「持続可能社会の実現に向けた次世代型エネルギー開発の現状と将来展望」に関 するワークショップ

2009 年 2 月 23 日（月）13：00－17：00

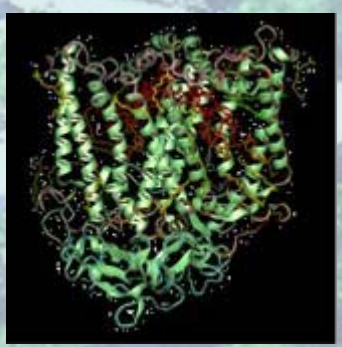
於　大阪市立大学　文化交流センター　ホール

（大阪市北区梅田1-2-2-600　大阪駅前第二ビル６F）

主催：大阪市立大学大学院理学研究科

「科学技術による地域活性化戦略」に関する調査研究

研究代表者：橋本秀樹



問合先：〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138
大阪市立大学大学院理学研究科

Tel & Fax:06-6605-2526

e-mail: hassy@sci.osaka-cu.ac.jp

http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/phys/PBM/hashimoto/index.html

はじめに

橋本 秀樹（研究代表者）

現在人類が地球規模で遭遇しており、早急な解決が切望される問題として、エネルギー不足、水資源の不足（=食糧生産の不足）、地球温暖化の問題が上げられる。これらは全て近代都市が生み出した問題であるとともに、都市そのものにその甚大な影響が及ぼされており、正に現代における都市問題を象徴していると言える。大都市、大阪に生きる我々にとっても、これらの問題は単純に無視することのできない切実な問題であるばかりでなく、一大政令指定都市として、上述の問題に正当に対処するための方策・指針を、世界にさきがけて提案・提言して行くことは極めて本質的かつ重要な課題であると考えられる。

大阪市立大学杉本キャンパスには、理学部・工学部・生活科学部の理系３学部が存在し、これらは正に大阪市における理科系分野における知の宝庫を形成している。対象となる研究課題が地球規模におよぶことを熟慮し、これら理科系研究分野における個別の英知を戦略的に融合し、地球規模での急務な課題に対応するために、新研究機構を設立することが必須である。そこで、都市圏におけるエネルギー・水・生態系の健全かつ斬新な循環・活用に関して、理系３学部における研究者より構成される「複合先端研究機構」（理系共同研究新機構）を設立し、以下に掲げる３つの研究課題（喫緊の都市問題）に対して、戦略的に研究を展開することとなった。

戦略課題 A：次世代エネルギーの開拓と産業応用
戦略課題 B：都市圏の環境保全と地盤防災のための地下水資源の健全な活用法の構築
戦略課題 C：都市圏における環境・生態系の時空間変動

これらの課題は、微視的な空間から巨視的な予測を含む包括的なものである。その成果を有効に活用するためには、分野間の垣根を越えた相互のコミュニーションが非常に重要であり、それなくしては都市圏における環境問題や地球規模での諸問題に正当に対処することは不可能である。また、得られた成果を広く世に伝えて行くことが必須である。

今回のワークショップは、「科学技術による地域活性化戦略」に関する調査研究の一環で開催されるものである。また前述の戦略課題 A との関連性から、国内の第一線で活躍されている企業の方々から現状と将来展望についてお話を伺い、当該研究分野における知識を深めるとともに、産学の交流を深めるという趣旨のもとに開催するものである。活発な意見交換を行うことにより、問題解決に向けての認識を共有すると同時に、「大阪発世界を救う」を合い言葉として、情報発信の第一歩としたい。

「持続可能社会の実現に向けた次世代型エネルギー開発の現状と将来展望」に関するワークショップ

日時：２００９年２月２３日（月）13:00-17:00

場所：大阪市立大学　文化交流センター　ホール

（大阪市北区梅田 1-2-2-600 大阪駅前第 2 ビル 6 階）

【プ ロ グ ラ ム】

＜敬称略＞

13:00-13:10　開会の辞　橋本 秀樹

13:10-13:50　**橋本 秀樹**
（大阪市立大学大学院理学研究科　教授）

「次世代型エネルギー開発に関する欧米の研究拠点の現状と将来展望」

14:00-15:00　**柴田 恒雄**
（パナソニック株式会社　燃料電池事業化プロジェクト　顧問）

「家庭用燃料電池コージェネの現状と課題」
ーパナソニックにおける事業化の取り組みー

15:10-16:10　**藤谷 伸**
（三洋電機株式会社　モバイルエナジーカンパニー　エナジー研究所　所長）

「リチウム系を中心とした二次電池の高性能化」

16:20-16:50　**岡田 惠次**
（大阪市立大学大学院理学研究科　教授）

「次世代型太陽電池開発に向けた長寿命光電荷分離状態の探索」

16:50-17:00　閉会の辞　橋本 秀樹

大阪市立大学 様

「持続可能性社会の実現に向けた次世代型エネルギー開発の現状と将来展望」

燃料電池を取り巻く状況と課題

ーパナソニックにおける事業化への取り組みー

2009.2.23

パナソニック株式会社

Panasonicの事業ビジョン

Panasonicは**２つの事業ビジョン**を掲げ **環境共存**へ新たな決意で

ユビキタスネットワーク社会の実現

地球環境との共存の実現

人々のゆたかなくらし・人生に貢献

デジタル ネットワーク

アプライアンス 環境システム

サービス・ソリューション

デバイス 生産システム

燃料電池

安全

安心

愛着

簡単

便利

感動

夢

ユビキタスと環境共存の融合で
家から始まる生活快適ソリューション

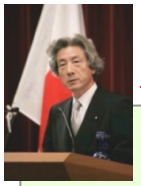
燃料電池　は
「環境立社の
最重点テーマ」

「eco ideas」
地球環境との共存をめざす
私たちの新しい決意です

Panasonic
ideas for life

Cool Earth の実現に向けて

地球温暖化対策は国の重要施策･･･Cool Earth への技術開発加速



2002/2月
総理大臣施政方針演説

燃料電池は水素利用の
時代の扉を開く鍵
自動車や家庭用の電源として
3年以内の実用化を目指す

2005.4.8
首相新公邸へ燃料電池設置

2007.5.24.
Cool Earth 50
「美しい星50」発信
（国際交流会議 晩餐会にて）

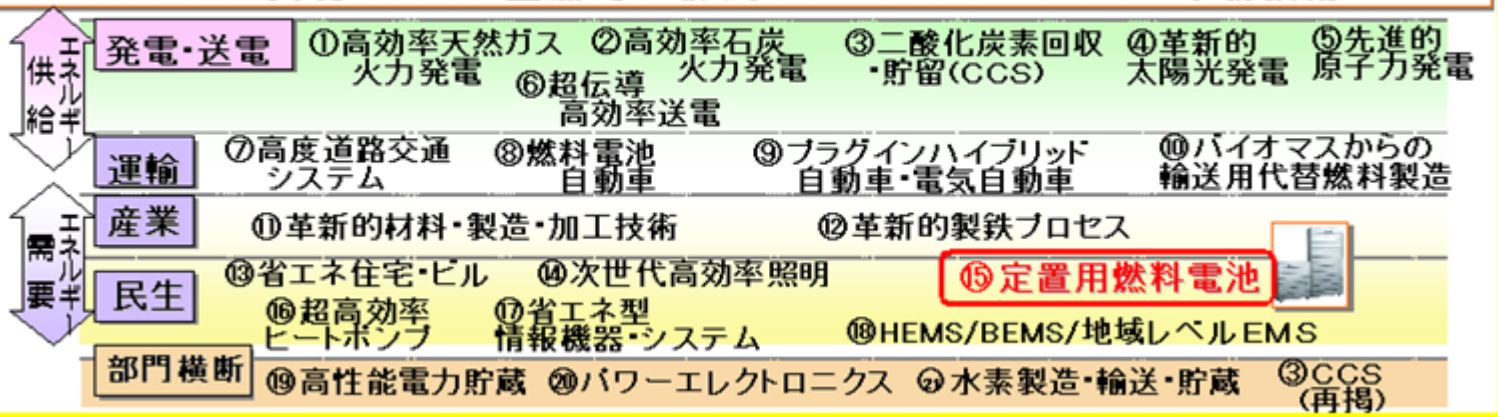
2008.7.9.
洞爺湖サミット

Cool Earth 50

世界の
温室効果ガス排出量を
2050年までに50%削減

経済産業省　2008.3.5

－ Cool Earth実現のために重点的に取り組むべき21のエネルギー革新技術 －



Panasonic
ideas for life

洞爺湖サミットでも運転展示

洞爺湖サミット（‘08.7）では「**燃料電池足湯**」の運転展示で世界にPR

足湯コーナーのある
ゼロエミッションハウス

福田首相ご夫妻
熱心に燃料電池の
説明を聞かれる（08/7/6）

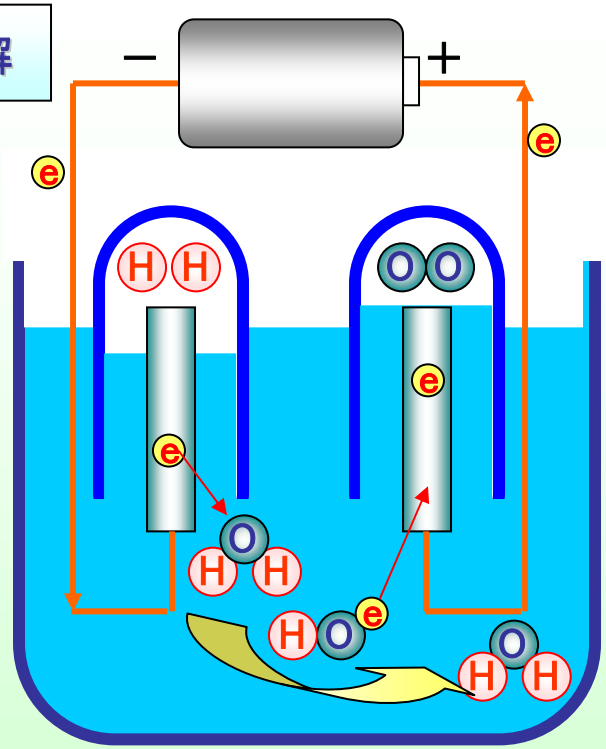
町村官房長官も足湯でご満悦（08/7/5）

Panasonic
ideas for life

燃料電池とは

水の電気分解と逆の反応で　「水素＋酸素⇒水＋［電気］＋［熱］」

水の電気分解

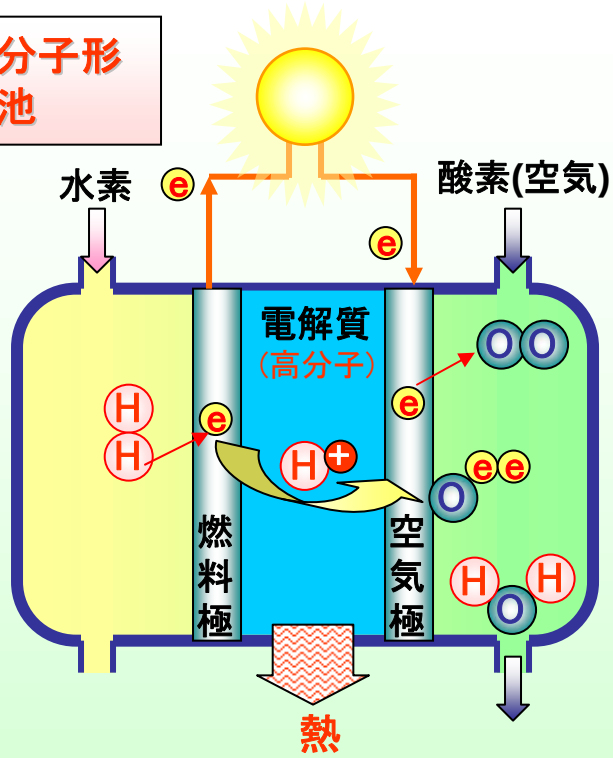


$2H_2O + 2e^- \Rightarrow H_2 + 2OH^-$

$2OH^- \Rightarrow H_20 + 1/2O_2 + 2e^-$

$H_2O \Rightarrow H_2 + 1/2O_2$

固体高分子形
燃料電池



$H_2 \Rightarrow 2H^+ + 2e^-$

$1/2O_2 + 2H^+ + 2e^- \Rightarrow H_2O$

Panasonic
ideas for life

高分子型燃料電池の応用

コージェネ（0.5～3kW）

モバイル（0.1～20W）

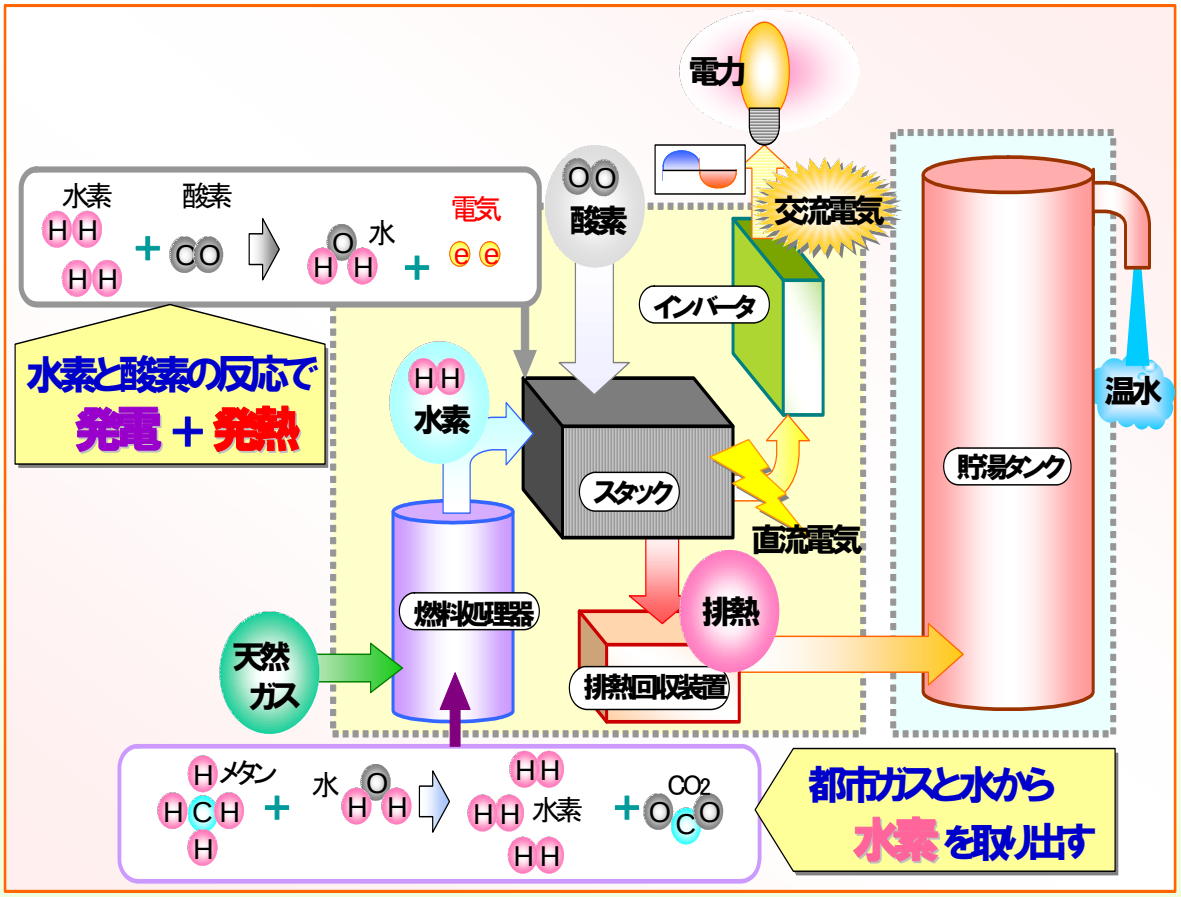
自動車（70～90kW）

Panasonic
ideas for life

燃料電池コージェネシステム

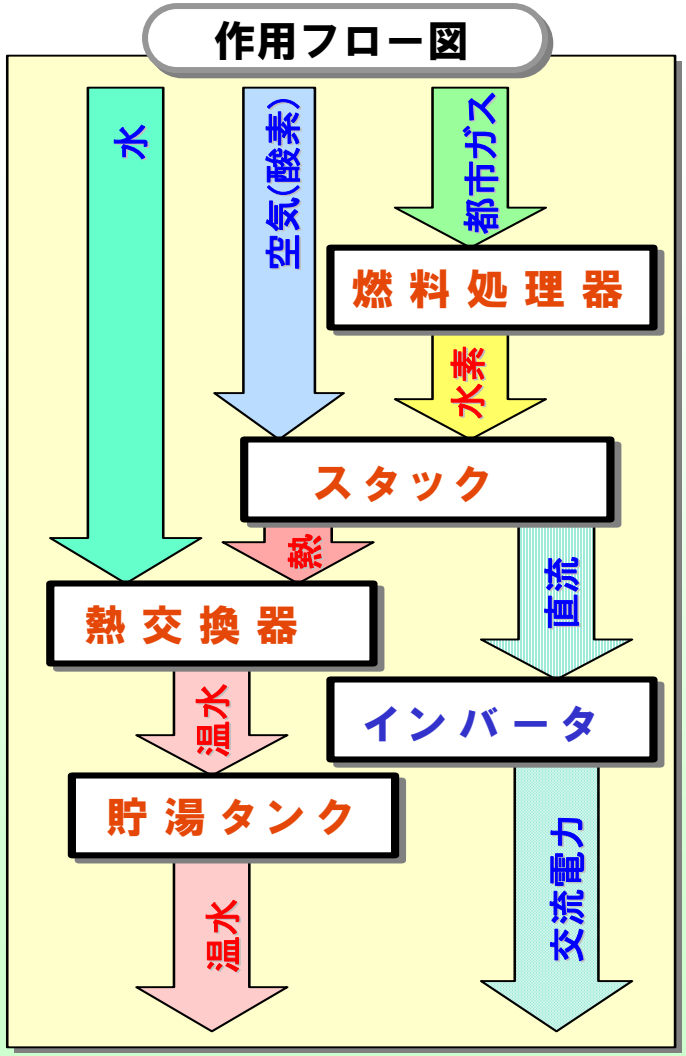
発生する電気も熱も利用するのがコージェネレーション（熱電併給）

燃料電池コージェネシステムの構成



（＊燃料は都市ガス以外に、LPガスや灯油なども使われています）

作用フロー図

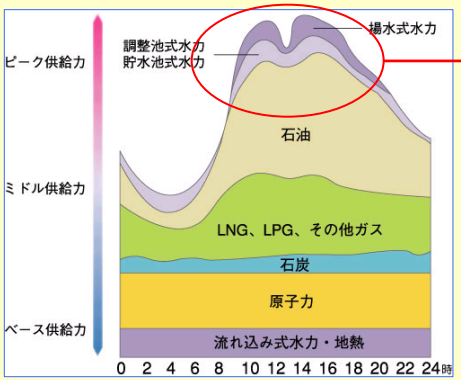


Panasonic
ideas for life

燃料電池コージェネのメリット

CO2削減・電力ピークカットに安定して貢献できる燃料電池への期待は大きい

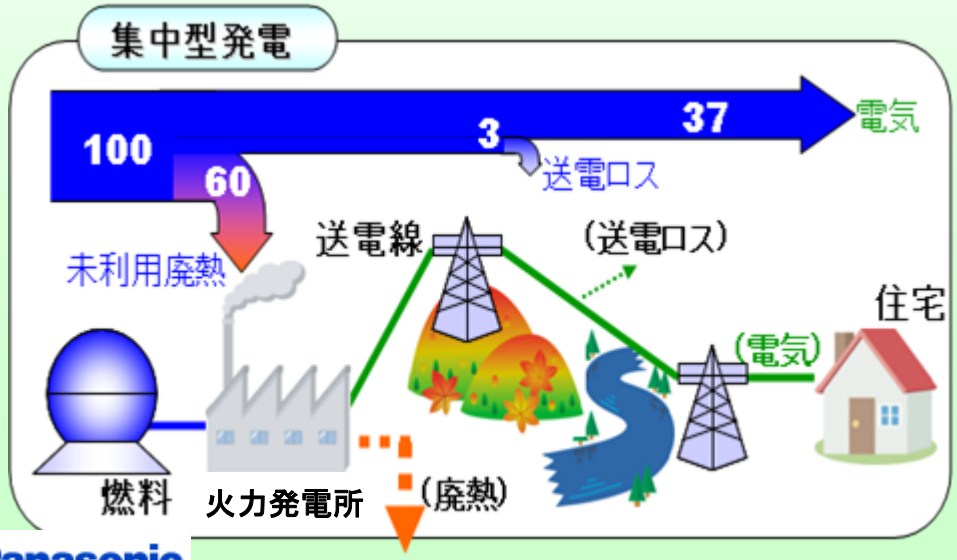
電力需要の日変化と電源
（出典:電気事業連合会　HPより）

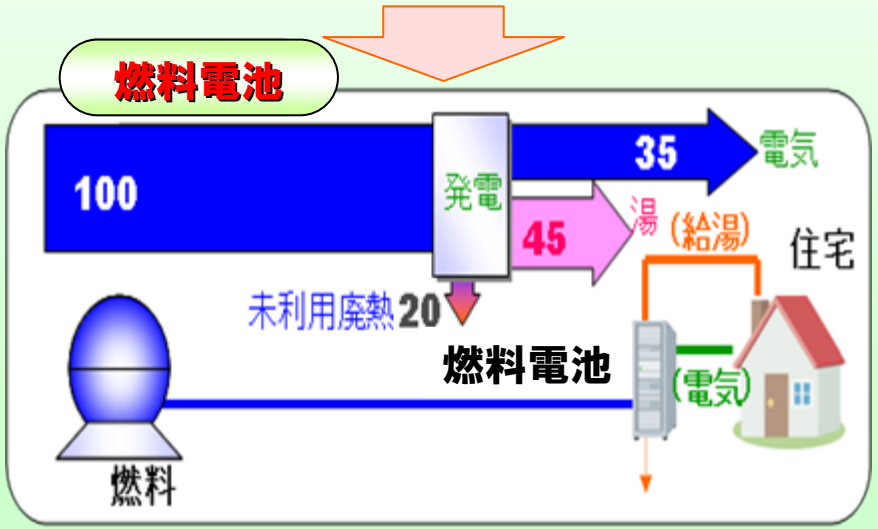


→ピークカット

電力供給におけるCO_2削減には、CO_2発生の多い昼間のピーク需要カットがポイント

燃料電池は環境条件に影響されず需要に応じた発電の安定性高い





（図中の数値は一例）

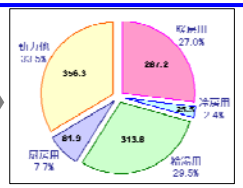
Panasonic
ideas for life

燃料電池導入の環境効果

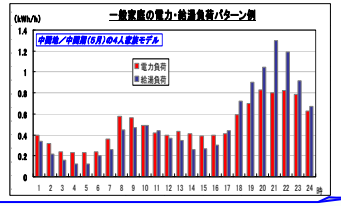
平均世帯で 1300kg/年のCO2削減／4,300kWh/年の一次エネ削減

Panasonic試算：2004年全国全世帯平均ベース

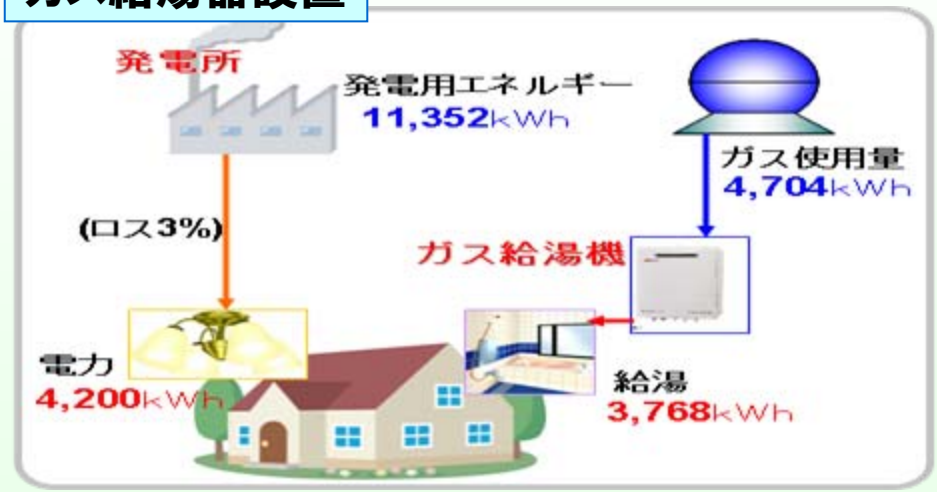
平均世帯の
エネルギー
消費モデル



年間エネルギー消費量＝12,780 kWh
電力消費量＝ 4200 kWh
給湯負荷 ＝ 3768 kWh



ガス給湯器設置



燃料電池設置

一次エネルギー：**16,056**kWh
CO_2発生量：**3,745**kg(**2,632** kg)

省エネ ▲4,296kWh/年(▲28%)
CO_2 ▲1,345 kg/年(▲36%)
(▲645 kg/年:▲25%)

一次エネルギー：**11,760**kWh
CO_2発生量：**2,400**kg(**1987** kg)

＊発電所のCO2排出原単位は、火力発電平均0.69kg/kWhを使用
／(青字)内は全電源0.425 (2007年東京電力平均)を使用した場合

Panasonic
ideas for life

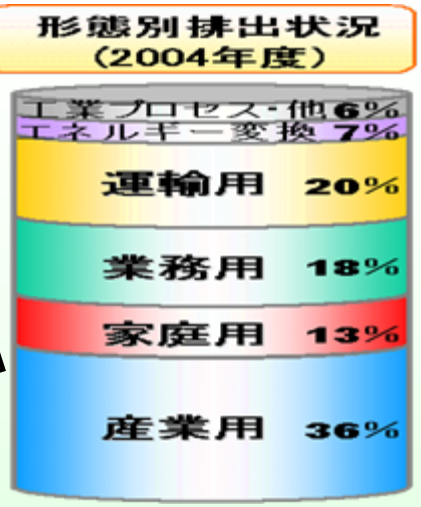
燃料電池のみで家庭用削減目標カバー

○家庭用からの排出削減目標は約1，０００万トン／年

CO2排出量削減目標

日本全国で
７，６００万ton
（基準の1990年に対して
２００８～１２年の平均）

家庭用比率にすると・・
９８８万ton に相当



◆国の目標は2020年に燃料電池で1,000万kwを発電

⇒ 1000万kwで 1300万ton/年のCO2削減

★COP3約束の家庭用削減目標を燃料電池のみでカバー

Panasonic
ideas for life

燃料電池導入の家計への効果

平均的世帯でも 52,000円/年 の家計負担軽減効果が期待できる

Panasonic試算：2004年全国全世帯平均ベース

燃料電池導入によるエネルギー使用状況変化(前頁参照)

	導入前	導入後
電力使用量	350.1kWh/月	130.4kWh/月
ガス使用量	392.3kWh/月	627.6kWh/月

■電力料金　⇒東京電力従量電灯より

■一般都市ガス料金：14.5円/kWh

■ＦＣ専用ガス料金⇒東京ガスより

:「エネファームで発電エコプラン」
バス暖・床暖セット割引適用

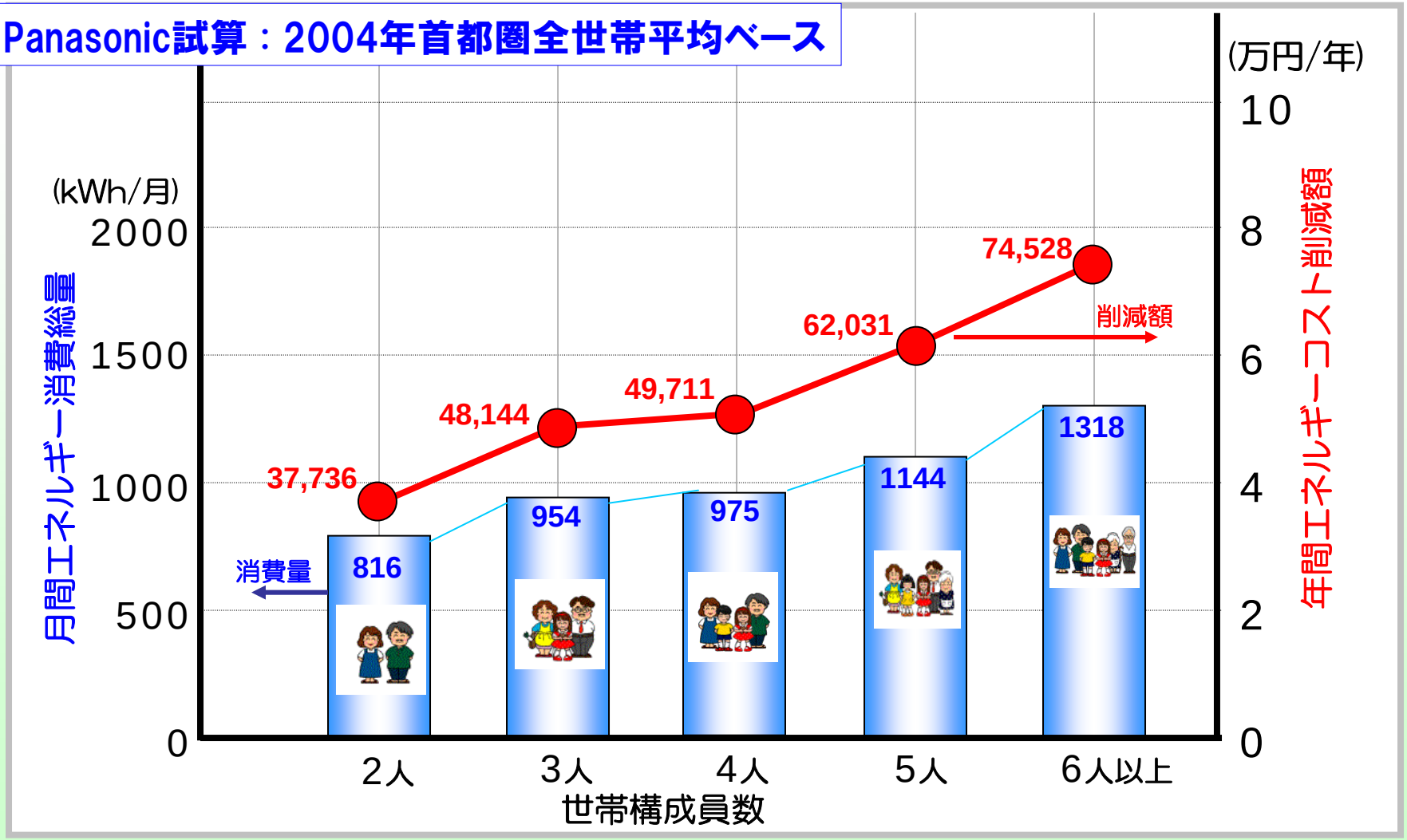
	導入前	導入後	料金差
電気料金	8,496円	3,474円	▲5,022円
ガス料金	5,688円	6,401円	＋713円
月額小計	14,184円	9,875円	▲4,309円
年間のエネルギー料金差額＝ ▲51,708円			

Panasonic
ideas for life

世帯人数による効果の変化

エネルギー消費量が多く稼働率が増すほど効果金額は増大（償却短縮）

Panasonic試算：2004年首都圏全世帯平均ベース



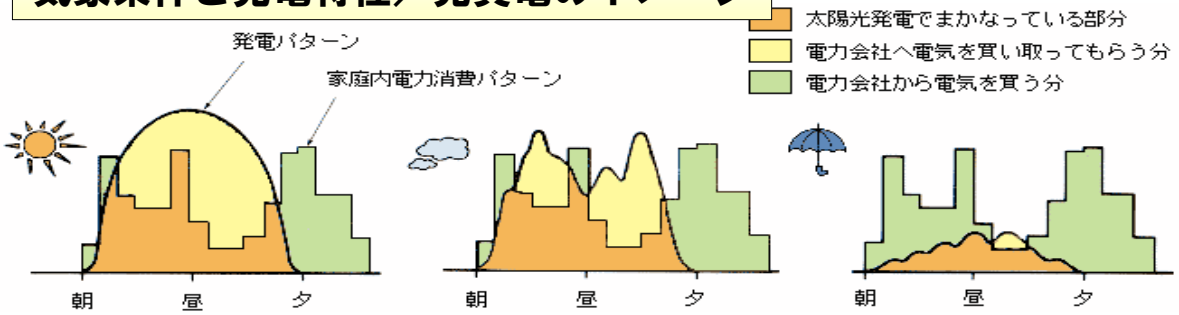
（参考資料：IEEJ2006年3月掲載「住宅エネルギー消費と世帯属性・地域性の要因分析」）

Panasonic
ideas for life

太陽光発電の特性と課題

クリーンな発電だが 負荷とのマッチング＆コスト高が課題

気象条件と発電特性／売買電のイメージ



晴れのとき・・・
日射強度に比例して発電します。電力会社へ電気を買い取ってもらう量が多くなります。

曇りのとき・・・
曇り具合にもよりますが、一日の中でも発電量の変化が大きくなります。

雨のとき・・・
雨の日でも（その時）明るさに応じて発電しますが、電力会社から電気を買う量が多くなります。

（JPEVA　太陽光発電協会HP「太陽光発電ってなぁに？」より）

○発電時のCO2発生ゼロのクリーン発電だが、

- **雨天時などは発電殆どゼロ**
  ⇒火力発電所は無くならない
- **好天時、家庭内負荷を越えた場合、売電も可能だが、**
  ⇒過剰電力はカット

［年間発電量とエネルギーコスト効果］

■年間予測発電電力量（東京地区）
⇒**895**kWh／kWシステム

（三菱電機「三菱太陽光発電システム」HPより）

Panasonic試算

■年間のコスト削減
⇒約20,000円/kW
（電力単価＝22.3 円/kWhとすると
895×22.3＝19,959円/kWシステム）

◆償却年数は 30 年
（セット価格68万円/kW、補助金7万円/kW）

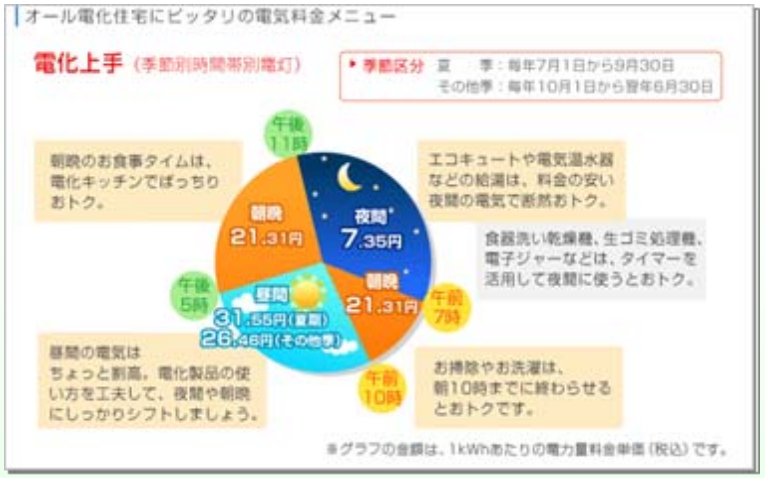
Panasonic ideas for life

エコキュートの特性と課題

省エネ・低CO_2の給湯を低コストで実現／**夜間電力の使用**が前提

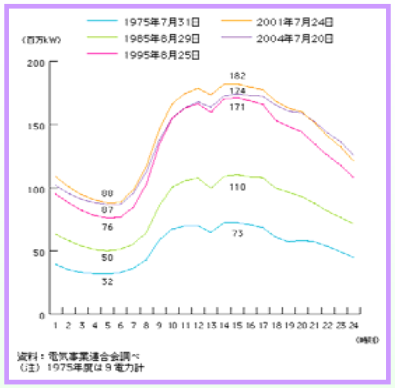
（松下電工HP 「エコキュート」より）

COP＝年間平均3．0以上



（TPCO 東京電力HP 「Switch! エコキュート」より）

夏期の時間帯電力負荷変動



（資源エネルギー庁
「エネルギー白書2006」より）

［月間運転量とエネルギーコスト効果］

■給湯負荷を313.8kWh/月･世帯
（国内平均値 cf.P2）とすると、
COP=3.0の運転で電力使用量は
313.8/3.0＝104.6kWh/月
⇒夜間電力料金：7.35円/kWhより
従量料金は768.8円/月
（基本料金込みで約1,000円/月）

（参考： 東京電力HP 「電化上手」料金）

□ガス給湯器では単価
14.5円/kWhとして
5,687.6円/月となり
⇒**年間 56,400円削減**

◆**償却年数は 6年**
（ガス給湯器との価格差
（＋補助金42,000円）を
約34万円とする）

Panasonic試算

Panasonic
ideas for life

他のエネルギー機器との比較

エネファーム

（燃料電池／EF）

環境貢献と経済性のバランスのとれた「エネファーム」！

○エネ削減はＥＣの2.5倍

○ＣＯ2削減は

（火力発電ベース）：ＥＦ≫ＥＣ

（全電源ベース）　：ＥＦ≧ＥＣ

●ＥＦ特別料金で光熱費削減はＥＣ並が可能

エコキュート

（HP給湯／EC）

経済性を考えたら「エコキュート」

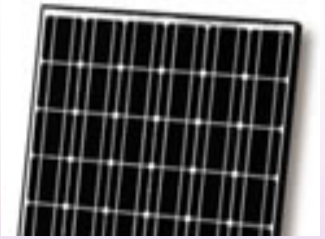
○深夜電力料金(6/kwh)が効いている

↓↓

●湯切れの可能性あり・・昼間電力料金でメリット無し

●深夜貯湯のため放熱ロス大

太陽光発電



環境貢献を考えたら「太陽光発電」

●天気、昼夜で出力変動大きく、発電所のピークカットは期待薄

・雨天時・・火力発電稼働必要

・好天時・・超過電力用蓄電池など必要

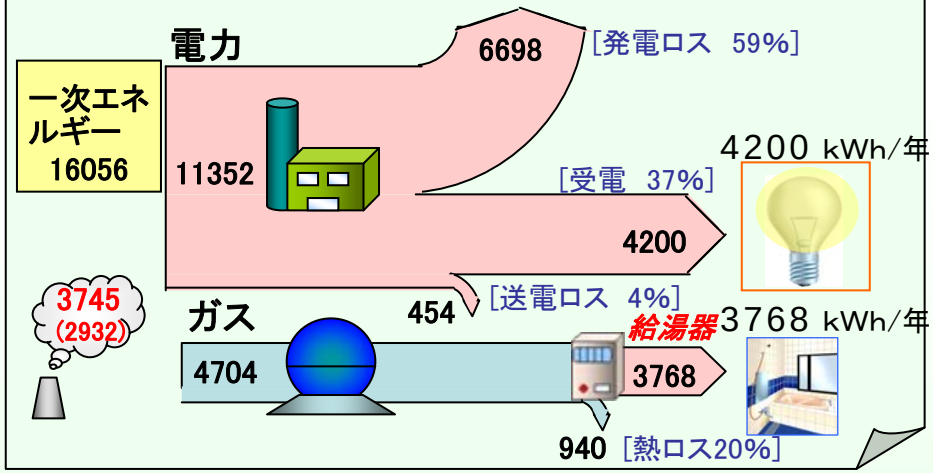
●セット６８万円/kwとすると償却年数は３０年

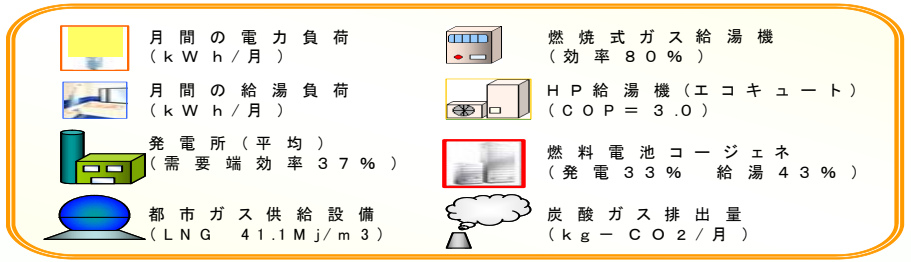
Panasonic
ideas for life

Panasonic試算

環境効果の比較

①標準住宅(ガス給湯)

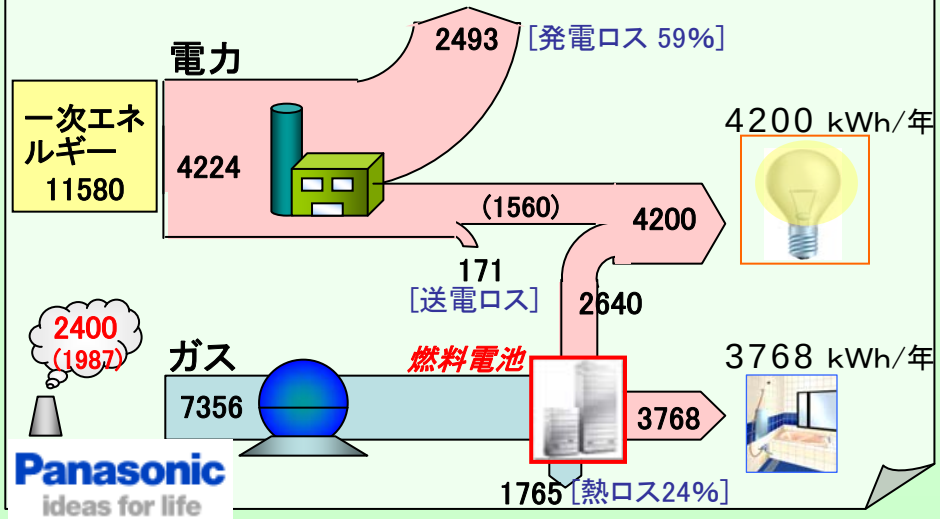




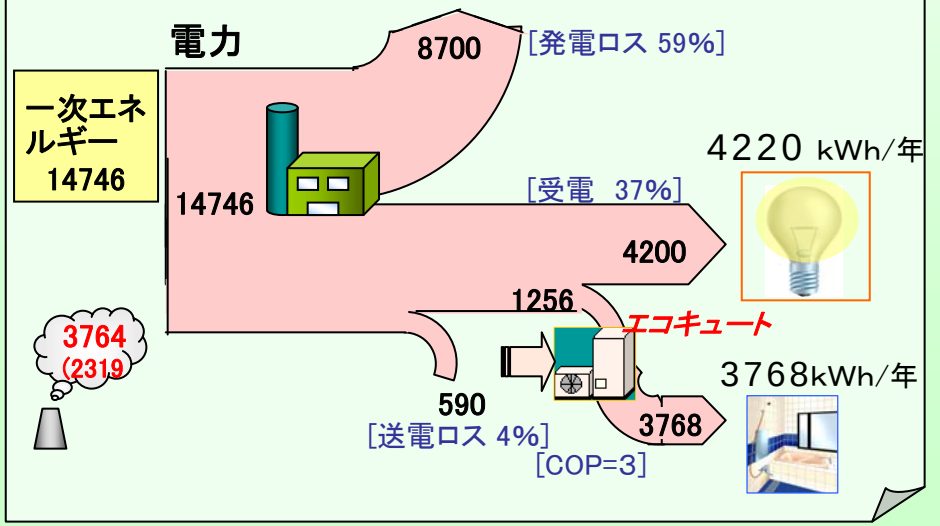
	一次エネルギー (kWh/年)		CO2排出(kg-CO2/年) 火力		全電源	
標準	16056		3745		2632	
エネファーム	11580	▲28%	2400	▲36%	1987	▲25%
EC	14746	▲8%	3764	—	2319	▲12%

(CO2排出源単位＝火力:069kg-CO2/kWh, 全電源:0425kg-CO2/kWh)

②エネファーム住宅(FC給湯)



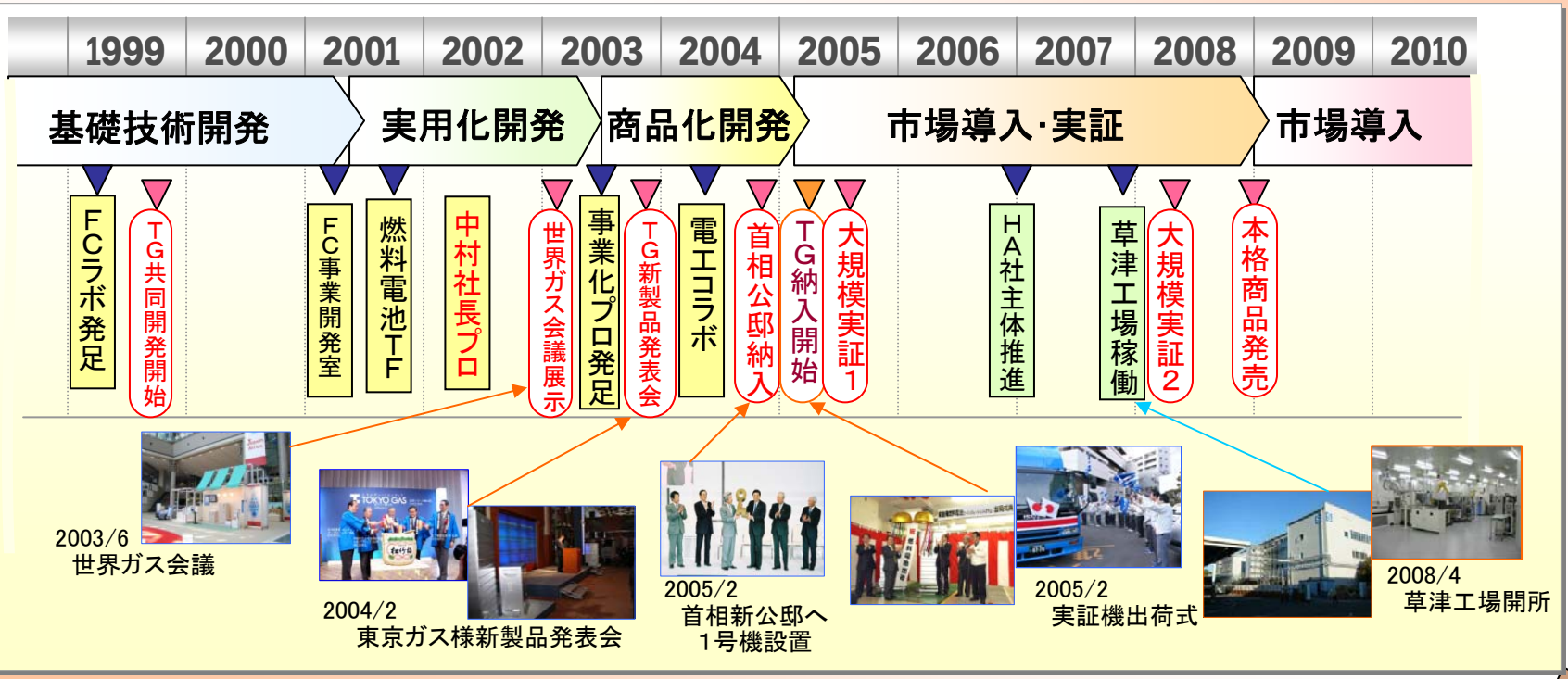
③エコキュート住宅(HP給湯)



Panasonic
ideas for life

Panasonicの燃料電池開発経緯

99/4 本格開発スタート、05/2 世界初の市場導入、09に市場導入へ

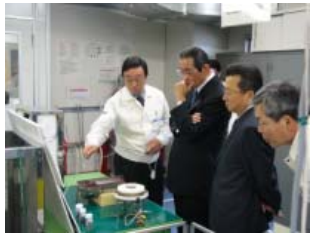


全社連携の開発推進

経営トップの強い思いを込めた 全社プロジェクトで事業化を推進

全社プロジェクト（大坪社長プロジェクト）
燃料電池事業化プロジェクト

2005.3 中村社長 開発現場で



燃料電池は私たちの2大事業ビジョンのひとつ「地球環境との共存」の最大の柱です
全社を挙げて、燃料電池をバックアップしていきます

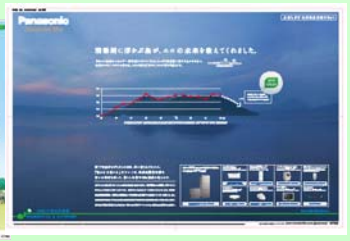
全社員へのメッセージにも・・・

2006.12 東京ガストップ会談

燃料電池は「全社プロジェクト」本社資金を投入してでも、必ずやり遂げます
大坪社長

「環境フラッグシップ」として社会へのメッセージも

企業広告集



Panasonic
ideas for life

事業開始に向けた基盤整備

ホームアプライアンス社 草津地区に 事業・生産拠点 を整備（'08.4）

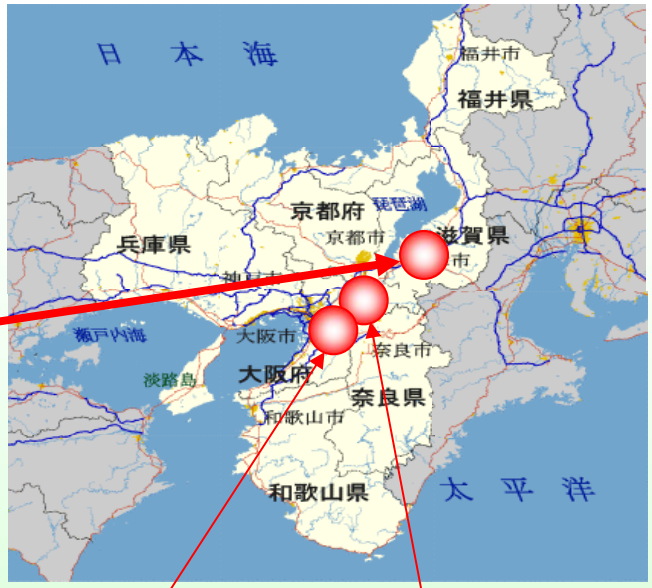
草津地区

ホームアプライアンス社の事業拠点
燃料電池事業拠点も集結

燃料電池新工場を整備し
2008年6月より量産開始

草津地区

工場棟全景



守口地区

本社技術部門･くらし
環境開発Cの拠点

北門真地区

本社技術部門・生産
革新本部の拠点

Panasonic
ideas for life

量産化工場からの出荷式も実施

市場への商品化導入モデルを完成し 草津新工場で出荷式実施 (‘08.7)

大坪社長挨拶

経産省　遠藤室長様

東京ガス　鳥原社長様

Panasonic
ideas for life

国策と連携した実用化推進

産官学の連携により 実用化をめざしたプログラムを着実に推進

年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
国策	NEDO 固体高分子型燃料電池システム実用化開発 固体高分子型燃料電池システム 普及基盤整備事業(ミレニアムプロジェクト)					NEDO 固体高分子型燃料電池 実用化戦略的技術開発			
				NEF 定置用燃料 電池実証研究		NEF 定置用燃料電池 大規模実証事業			(Part Ⅱ)
予算(億円)									
新エネ総額	925	1,105	1,449	1,568	1,613	1,666	1,566	1,408	
燃料電池	50	119	220	307	329	354	340	324	
業界市場	FCCJ （燃料電池実用化推進協議会）								
				市場実証研究 第1期:6社8機種 第2期:11社19機種		大規模実証 第1期:13社480台 （第3期: 第2期:14社777台 14社930台）			
パナソニック									
	基礎研究	技術開発(全社TF)			商品化開発(事業化プロジェクト)				(事業化)

Panasonic
ideas for life

大規模実証（NEF）への参画状況

全国3,000以上のサイトで都市ガス・LPG・灯油のシステムを運転

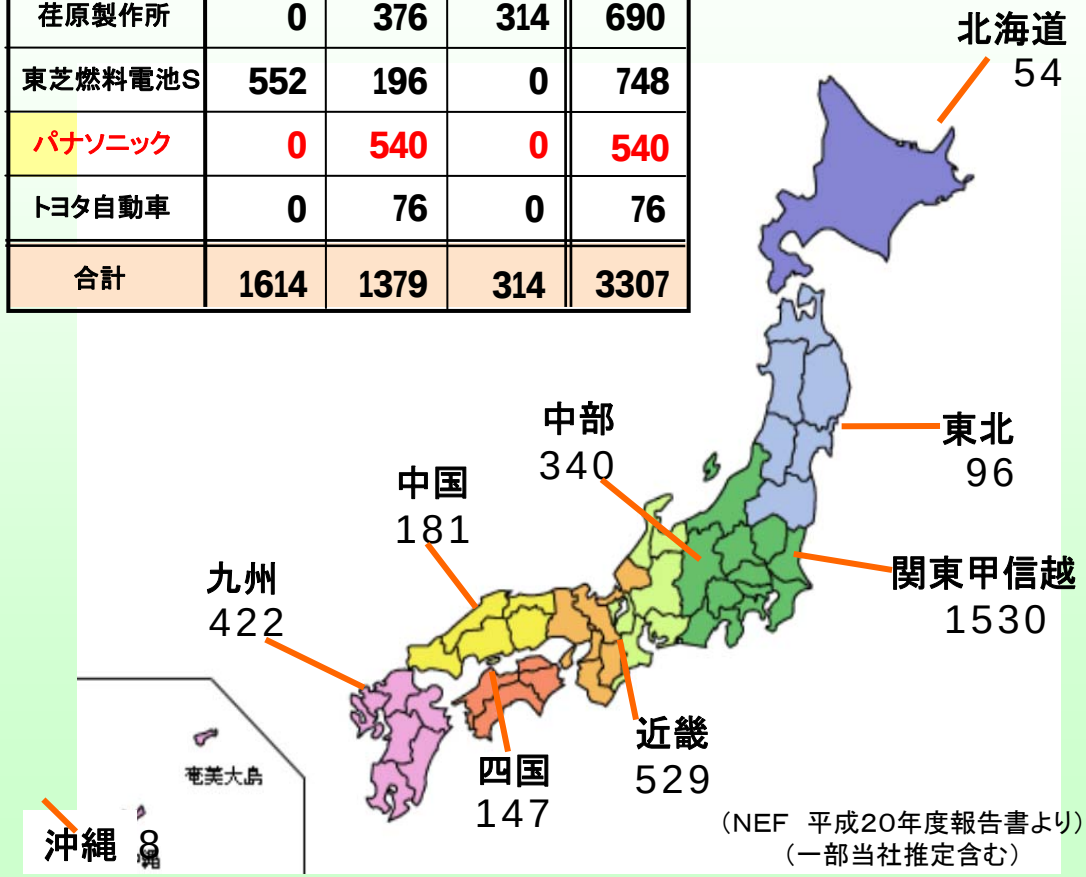
実証実施者と年度別実施数

実施者	H17	H18	H19	H20	計
東京ガス	150	160	210	276	796
大阪ガス	63	80	81	141	365
東邦ガス	12	40	38	34	124
西部ガス	10	10	13	10	43
北海道ガス	—	10	10	5	25
日本瓦斯	—	10	10	10	30
新日本石油	134	301	396	497	1328
出光興産	33	40	50	28	151
ｼﾞｬﾊﾟﾝｴﾅｼﾞｰ	30	40	34	40	144
岩谷産業	10	34	29	10	83
コスモ石油	10	19	19	18	66
太陽石油	8	13	18	11	50
九州石油	8	10	12	10	40
昭和ｼｪﾙ石油	6	10	10	10	36
その他	6	—	—	20	26
計	480	777	930	1120	3307

メーカ別の供給システム数

メーカー	LPG	都市ガス	灯油	合計
ENEOSｾﾙﾃｯｸ	1062	191	0	1253
荏原製作所	0	376	314	690
東芝燃料電池S	552	196	0	748
パナソニック	0	540	0	540
トヨタ自動車	0	76	0	76
合計	1614	1379	314	3307

地域別設置サイト数



（NEF　平成20年度報告書より）
（一部当社推定含む）

Panasonic
ideas for life

首相新公邸に１号機を設置

2002/2「小泉首相施政方針」より

“燃料電池は時代の扉を開く鍵

３年以内に実用化したい”

2004.5.10　小泉首相　Pセンターご来訪

2005. 4. 8　**首相新公邸　導入式**

Panasonic
ideas for life

Panasonicがめざす重点項目

生活に密着したインフラとして **経済性**と**安全性・信頼性**を重視

省エネ性

●家庭でのエネルギーコスト削減につながる高効率・省エネ性
⇒発電効率：38%以上、
排熱回収効率：50%以上
（LHV）

安全性・信頼性

●日常生活の負担となる故障停止を軽減する高品質・低故障率
●生命や財産を守る多重安全機能

耐久性

●10年程度の使用に耐える基幹デバイスおよび補機耐久性
⇒運転時間：40,000時間以上、
起動停止：4,000回以上

低コスト

●導入時の負担を軽減する低価格
⇒給湯器並のシステム価格

Panasonic
ideas for life

Panasonicの燃料電池

2009年度市場導入へ向け **世界最高の性能/耐久性** 実現で準備完了

開発進捗状況

①高いエネルギー削減、CO_2削減可能な実効効率実現

発電効率・・最高（750W）で **39%**

500～1kwの実用域で**38%以上**

（LHV）

発電効率	38%（定格）
排熱回収効率	55%（定格）
総合効率	93%（定格）

②１０年耐久性に目処

◆運転時間40,000H

起動停止4,000回 の耐久性

→ **推定値で予測確立**

③製品安全・品質の確立

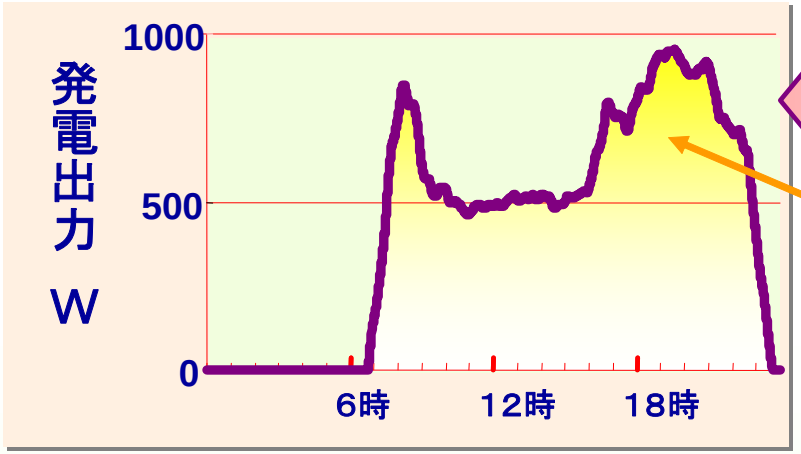
安全性	3重安全確立
信頼性	故障率5%以下

→ **08年度大規模実証で最終検証**

Panasonic ideas for life

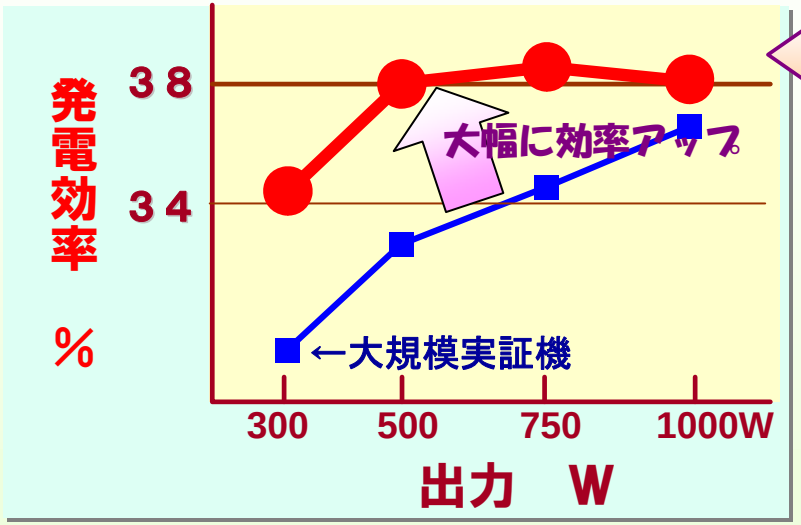
実用効率の高さが特長

運転頻度の高い中間実用域で高効率を示し 最高の省エネ性を実現



実住宅での
発電パターン例

実住宅での発電出力は
500W～1kWが主体



最高効率39%(LHV)達成
(750W時)

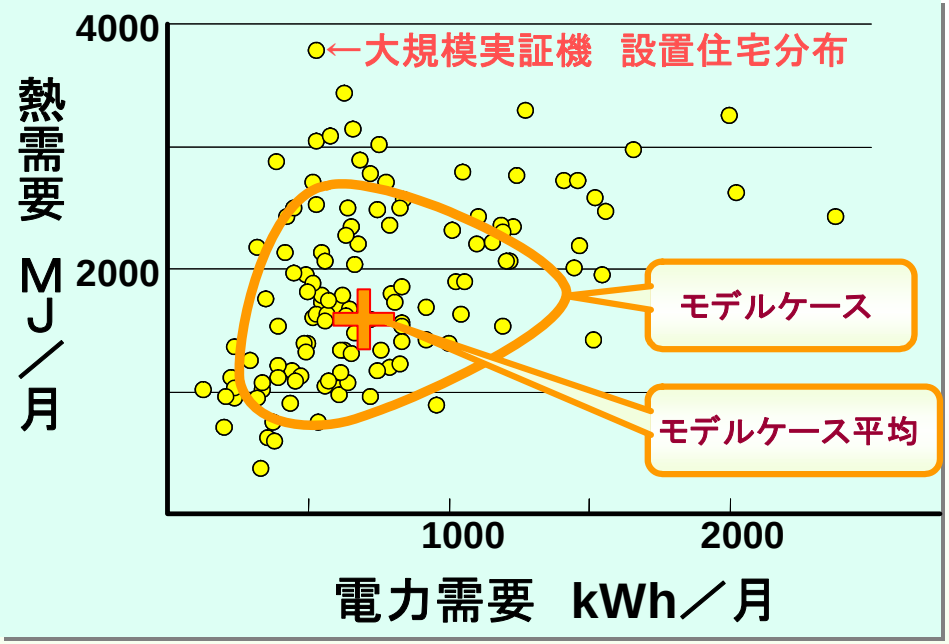
運転頻度の高い範囲
(1kW～500W)全域で
38%(LHV)以上の
高効率を実現

Panasonic
ideas for life

実住宅での環境貢献効果

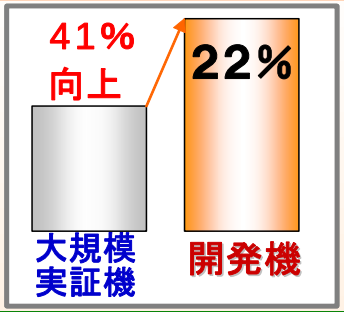
実住宅での運転でもエネルギー削減/CO2削減**に大きな効果**（試算）

Panasonic試算：大規模実証モデルケース



発電時

一次エネルギー削減率 ＝ 22%



CO2削減率＝37%
（全電源12%）

年間

高効率システムの運転により、実住宅での年間の

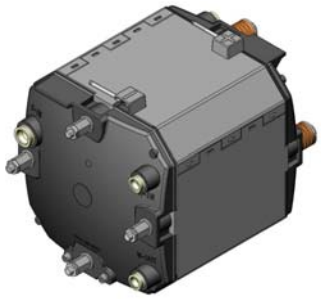
- ◆一次エネルギーを ⇒ 3,262 kWh 削減可能
- ◆CO2排出量を ⇒ 1,175 kg-CO2 削減可能
  （全電源330 kg-CO2）

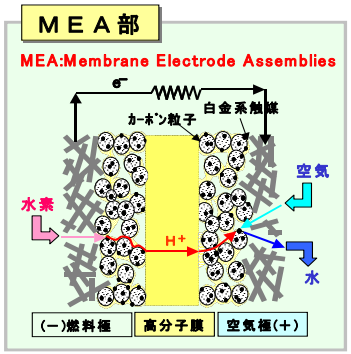
Panasonic
ideas for life

この技術で世界最高を実現

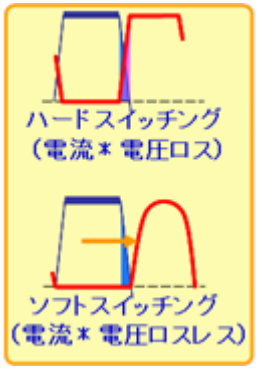
最先端のハイテクがPanasonicエネファームの高性能を実現

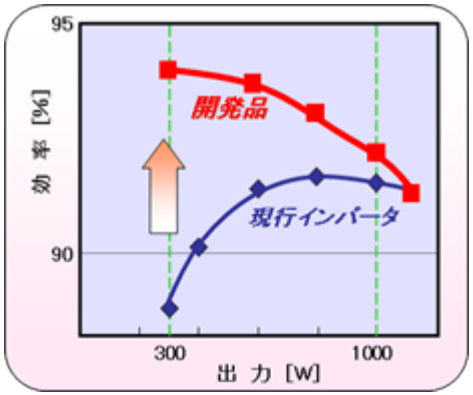
◆スタック・MEAのメカニズム解析で高耐久性実現



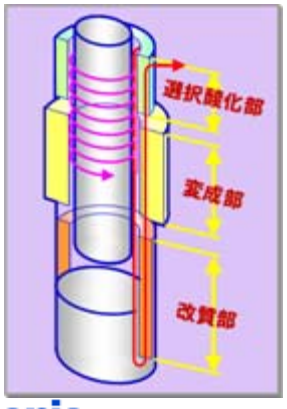


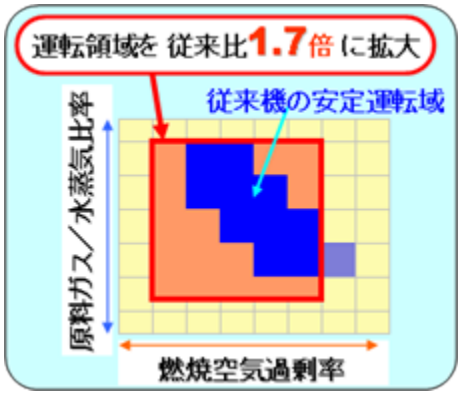
◆低損失インバータで低出力時の効率向上



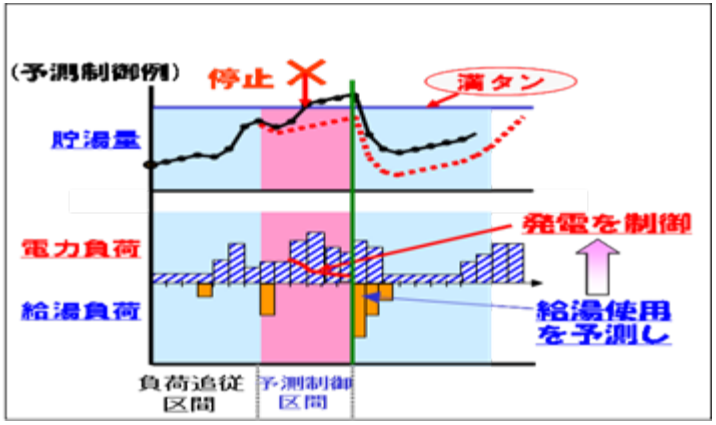


◆「一体型燃料処理機」で「高効率」実現





◆学習・予測制御でエネルギー削減向上



Panasonic
ideas for life

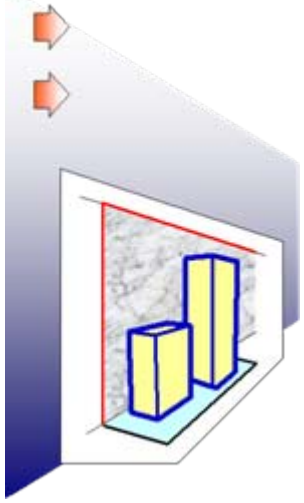
設置性とデザイン

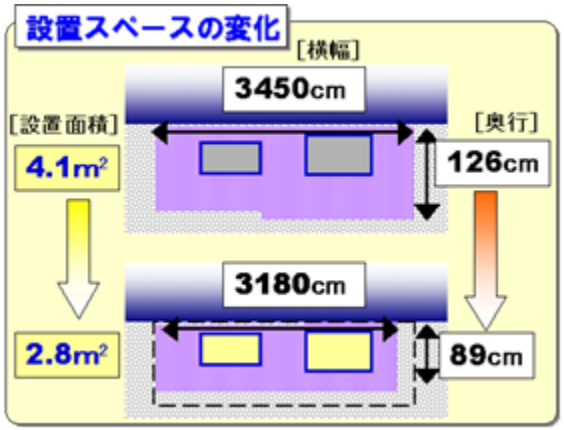
設置スペースを大幅減少しつつ 調和と際だちのデザインを進化

設置性の向上

◆本体重量125kg（約30％軽量化）
⇒ 設置工事を容易に

◆本体設置奥行き37cm減
／設置スペースでも約30％ 減





環境訴求デザイン

Panasonic の 燃料電池

◆環境商品としての
“際立ち“
◆生活空間・建物との
“調和”

波形サイディング

校倉造りをイメージ
・・日本の伝統的建築の水平美

ウォームシルバー

現代建築の外壁との調和

◆防汚コートで汚れが目立たない

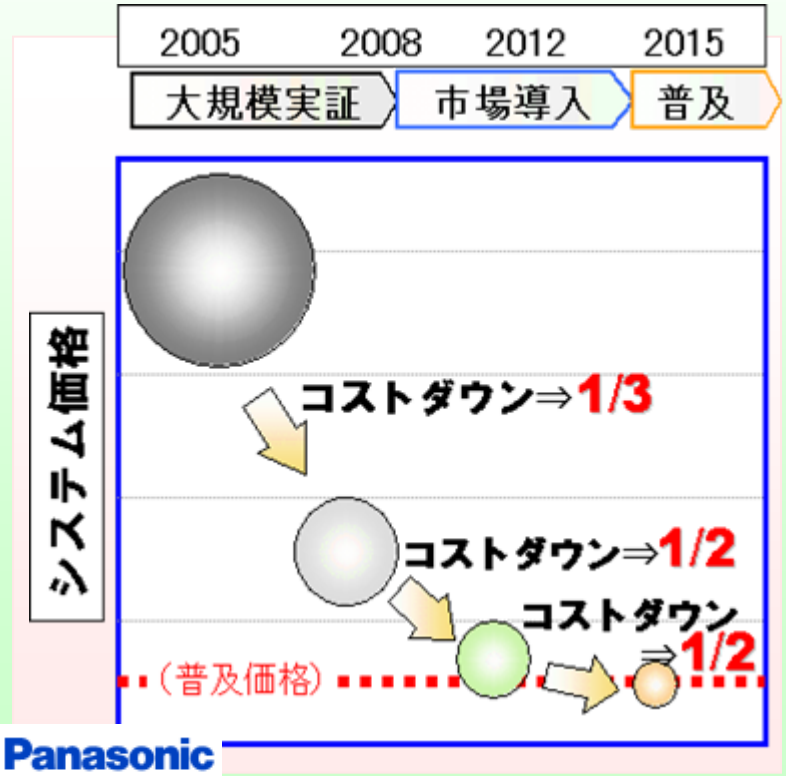
Panasonic
ideas for life

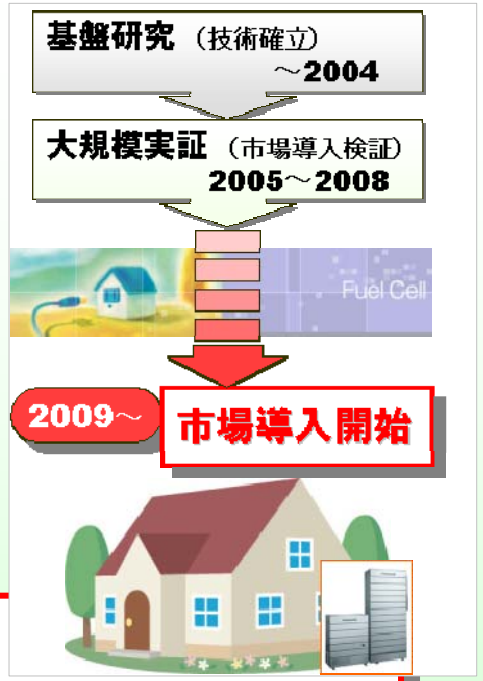
本格普及への課題

技術開発は商用化が見える段階に至ったが コストの課題 が残る

開発進捗の現状

■技術課題・商品性で見通しが得られ、
「一般市場導入の実現が見える」段階に至った





本格普及実現への課題

●ユーザーにとっても導入のメリットがある
より一層のコスト低減

●事業化初期の「死の谷」を越えるための
導入支援施策

Panasonic
ideas for life

実用化加速には重点開発と施策必要

燃料電池は

◆地球規模での**人類の要請**

◆**国家戦略**としての重要性

◆企業としての**ポリシー**

■**「正義の戦い」**であり

「事業化は**大義**」

⇒必ず普及させねばならない

業界の取り組み

◆技術革新・・・・**「低コスト」**を実現する**リスクの高い要素技術革新**

◆拡販に向けて・・小異を捨てて、**仕様の統一推進**

◆普及に向けて・・工事･メンテナンスなどの**事業体制の整備**

施策要望

①市場導入初期の「死の谷」を越えるために**「篤い導入支援」**

・消費者の導入負担軽減の「導入補助」

②市場を的確に把握した**「継続的な支援」**

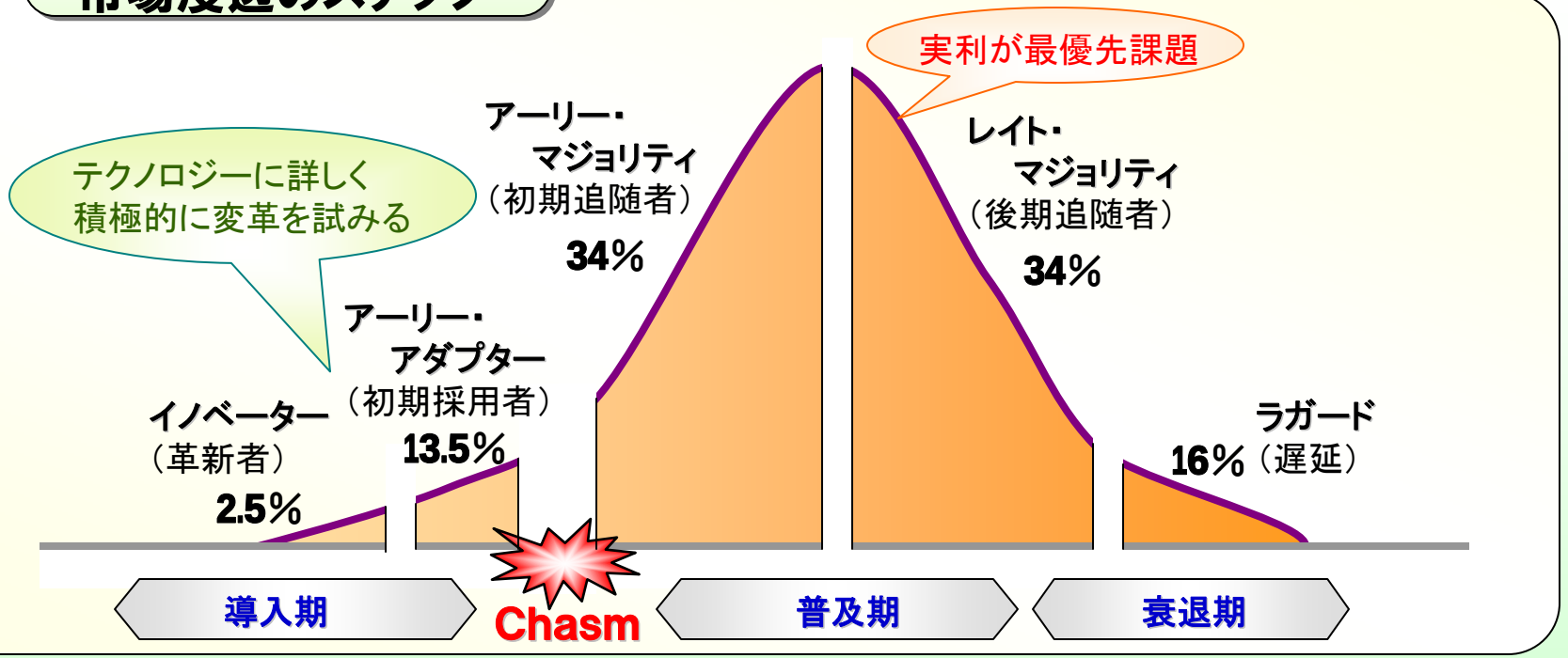
・低コストの実態を把握した支援

Panasonic
ideas for life

新規事業の「キャズム」を越えるために

キャズム(裂け目)を越えるにはメリットあるコストの実現が必須

市場浸透のステップ



Chasm を越える要件

◆実利最優先の「追随者」へのに浸透は･･･
製品の使いやすさ･実利の訴求

（ジェフリー･A･ムーア:「キャズム」より）

Chasm を越えるための手法

①顧客の要望に応えられる製品･サービスの準備

②「リーダーシップ企業」の信用
⇒追随者は「業界ナンバー1から製品を購入」

Panasonic
ideas for life

低コスト化への全体構想

独自技術開発に加え **業界連携のデバイス開発**がコスト実現の鍵

独自技術開発

- ◆スタックの高温、低加湿化
- ◆燃料処理装置の小型化
- ◆高効率インバータ
- ◆システムの簡素化

◆量産効果
（1千台→1万台→10万台／年）

業界連携

- ◆製品基本仕様の統一
- ◆部品の共同開発と共用化
  - 国プロ
  - コラボ

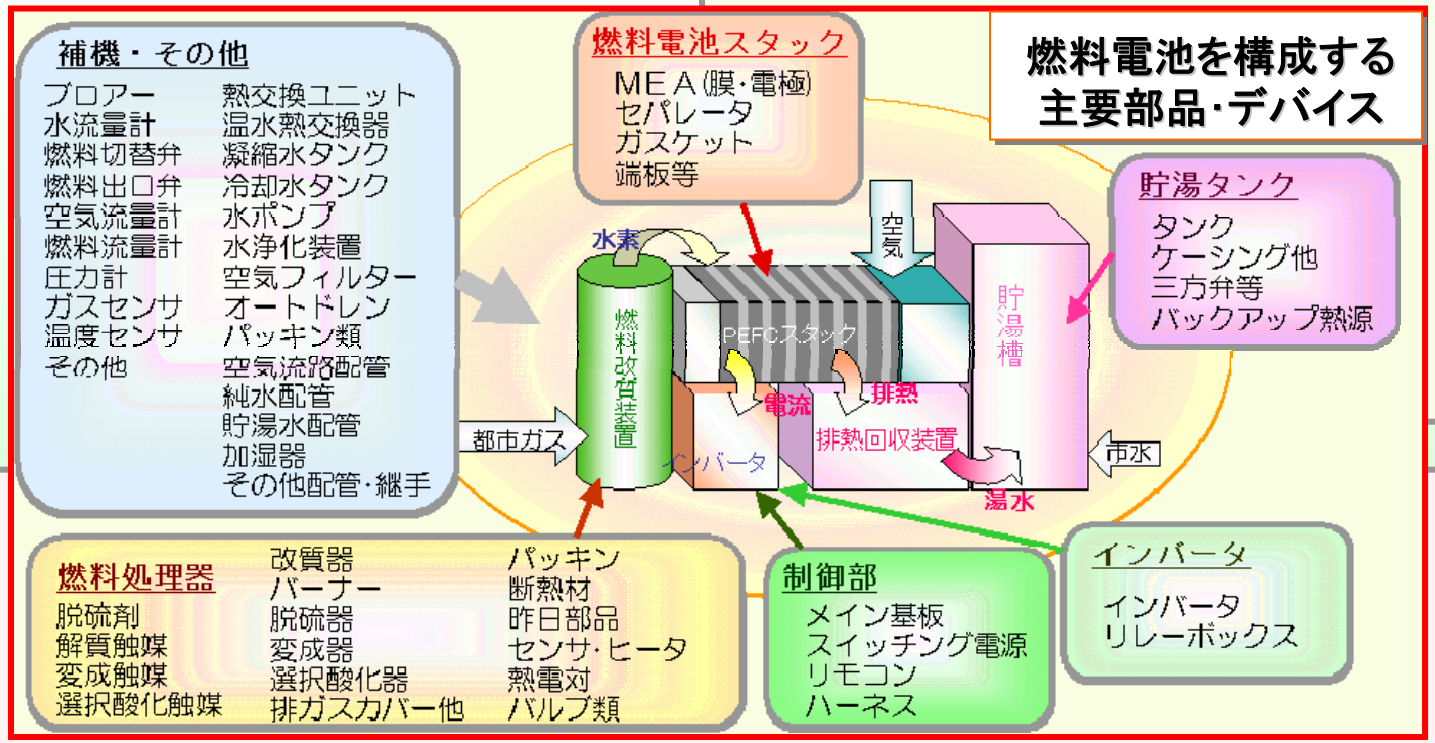
低コストの実現

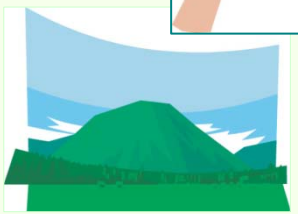
燃料電池開発がもたらす社会的効果

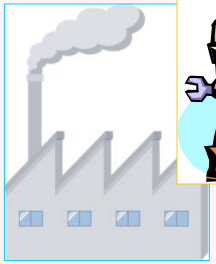
燃料電池事業は「地球環境への対応」とともに、「国際競争力のある裾野の広い新規産業群創出」へも期待が大きい

● エネルギー需給・気候変動問題への対策

環境へ適合したエネルギー需給の実現







●日本経済の将来の発展を支える 力強い新規事業の創出

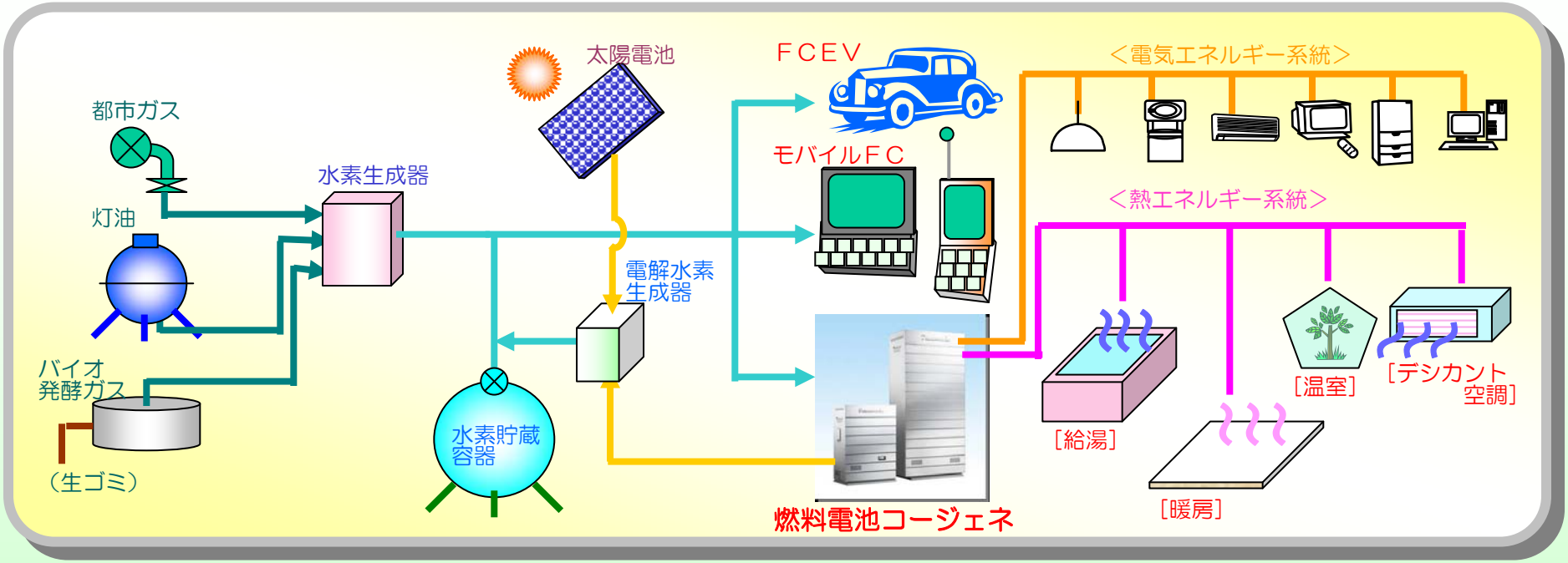
世界との競争を勝ち抜く先進産業群

裾野が広く 地域再生を担う周辺産業群
（ｻﾎﾟｰﾃｨﾝｸﾞｲﾝﾀﾞｽﾄﾘｰ）

Panasonic
ideas for life

燃料電池を核とした水素社会へ

■クリーンエネルギーの将来は **「水素エネルギー社会」**
「燃料電池」 が **技術と産業の領域を拡大**



技術の展開

- 燃料電池コージェネ
- 多種燃料/多用途熱利用技術
- 水素循環総合利用技術

産業の展開

- 自動車用ＦＣ
- 家庭用ＦＣ
- モバイルＦＣ

Panasonic
ideas for life

Panasonicの決意

発売開始を控え経営トップから さらなる発展をめざす決意を発信

東京ガスへの出荷式 (2008.7)

大坪社長の挨拶

創エネルギーの中で、燃料電池は『２１世紀の発電装置』の本命と確信しています

燃料電池をグループの最重点事業と位置づけ早期に数千億円規模の事業に育てたい

大輪の花が咲くまで

本格普及までは少し時間がかかりますが･･･

“お客様に最高の満足をお届けするために、
大輪の花が咲くまで、
情熱と執念を持ってやり遂げます“

リチウム系を中心とした二次電池の高性能化

１．二次電池の市場

２．二次電池の原理と種類

３．二次電池の高性能化

４．エネルギー貯蔵への展開

５．まとめ

2009年2月23日

モバイルエナジーカンパニー
エナジー研究所
藤谷　伸

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

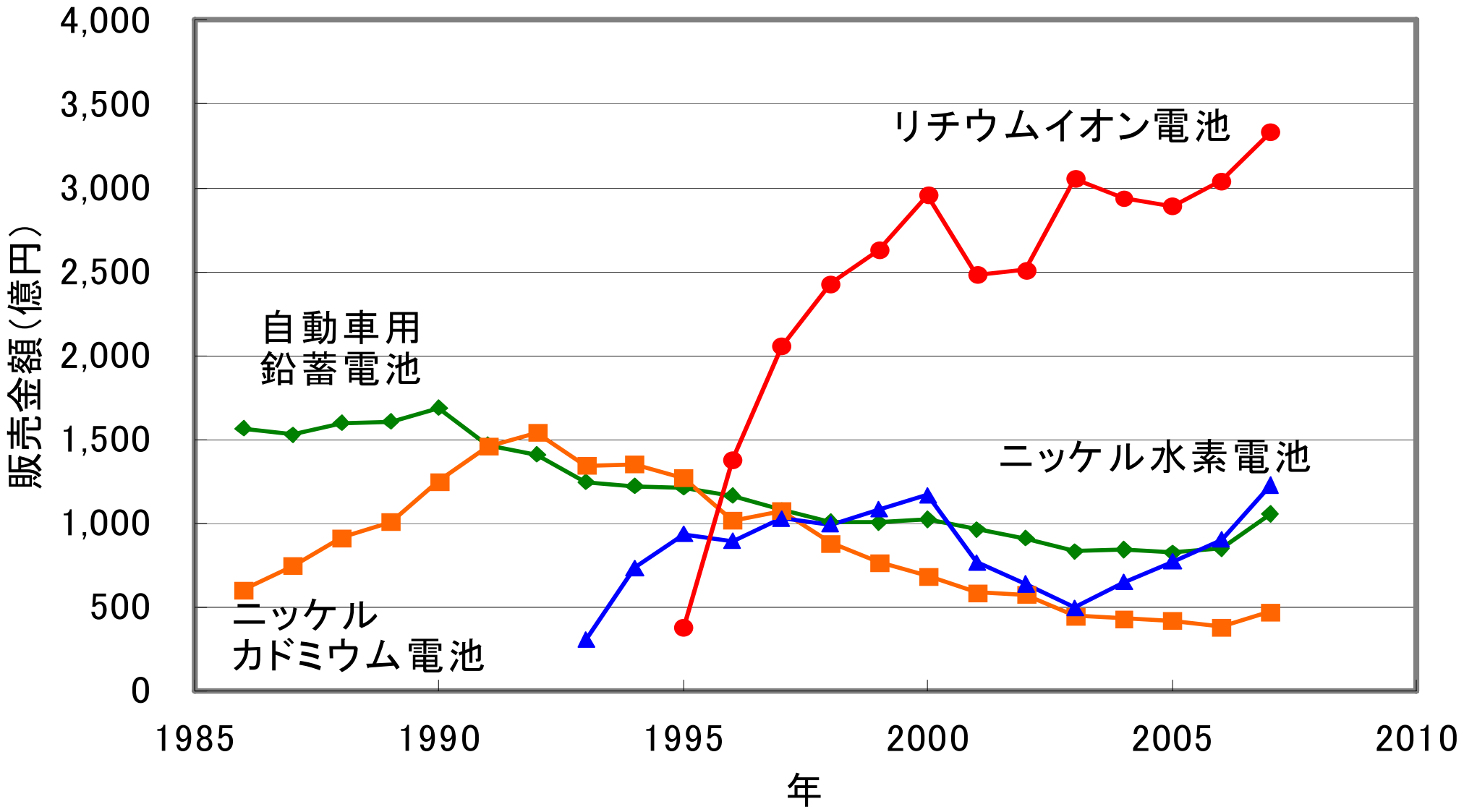
講演内容

1. 二次電池の市場
2. 二次電池の原理と種類
3. 二次電池の高性能化
4. エネルギー貯蔵への展開
5. まとめ

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

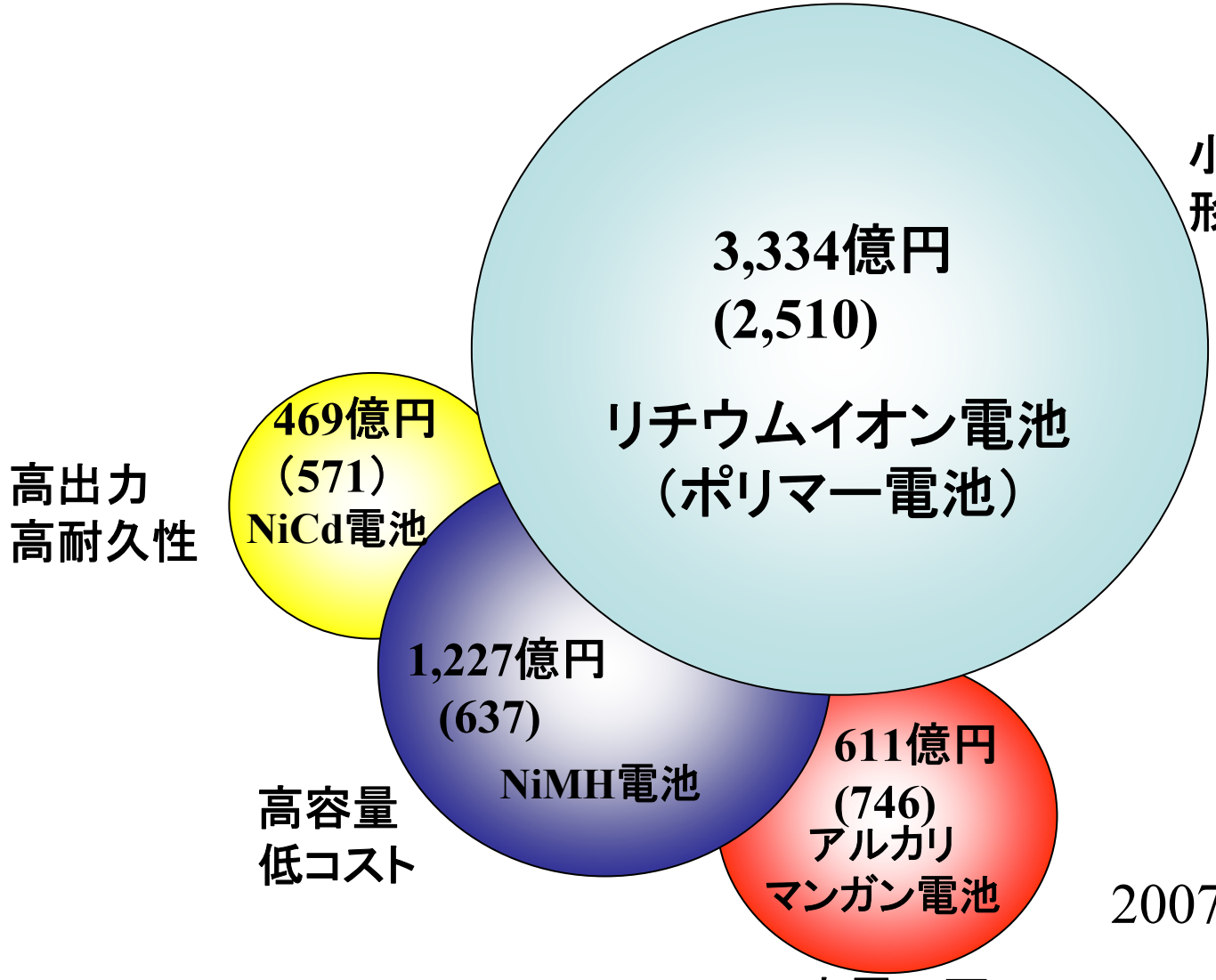
小型二次電池の販売金額



出典：数値は（社）電池工業会HP　http://www.baj.or.jp/　の
統計データ（経産省機械統計）に基づく

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

小型電池の市場規模

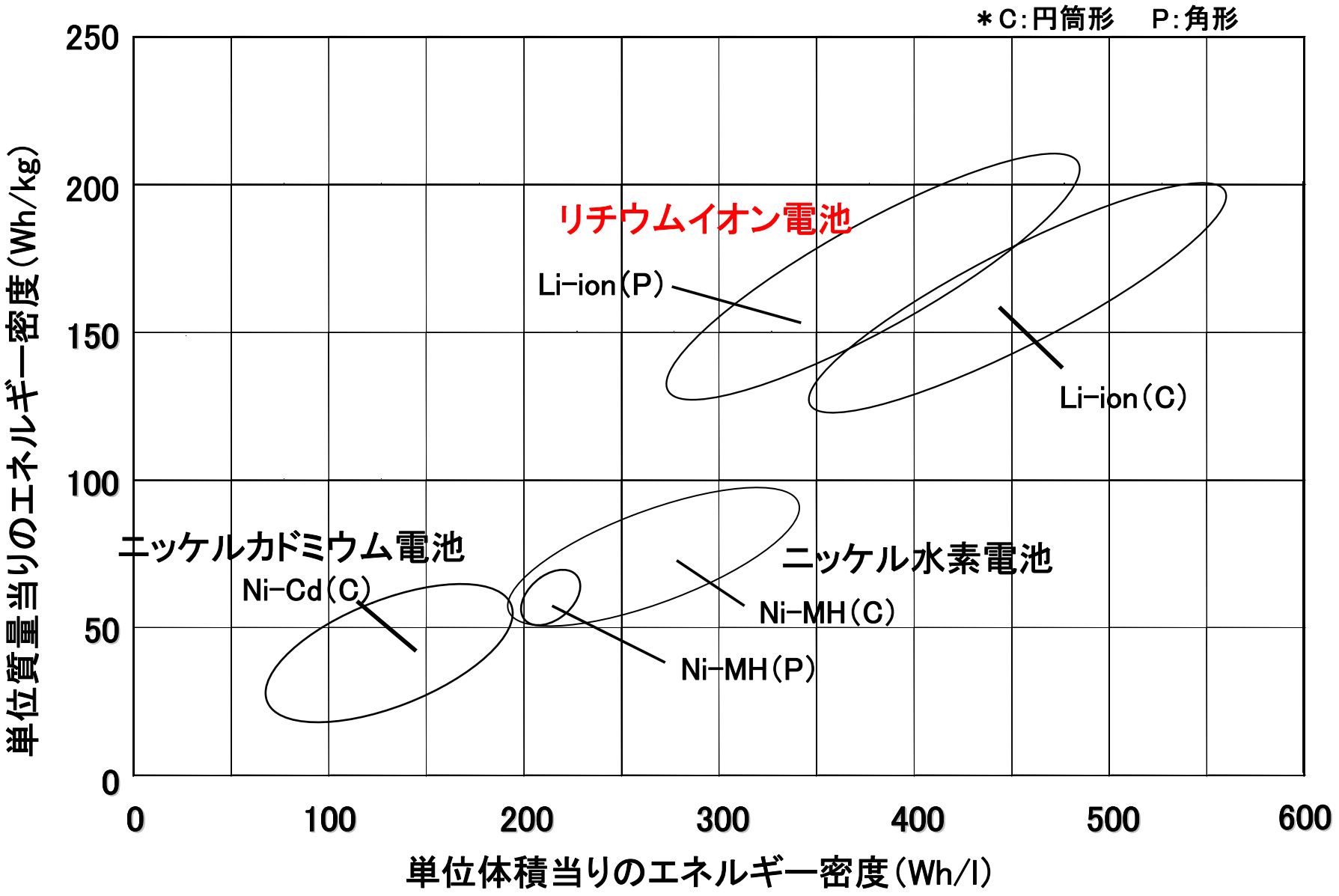


2007年　vs. 2002年( )内

出典：数値は（社）電池工業会HP　http://www.baj.or.jp/　の
統計データ（経産省機械統計）に基づく

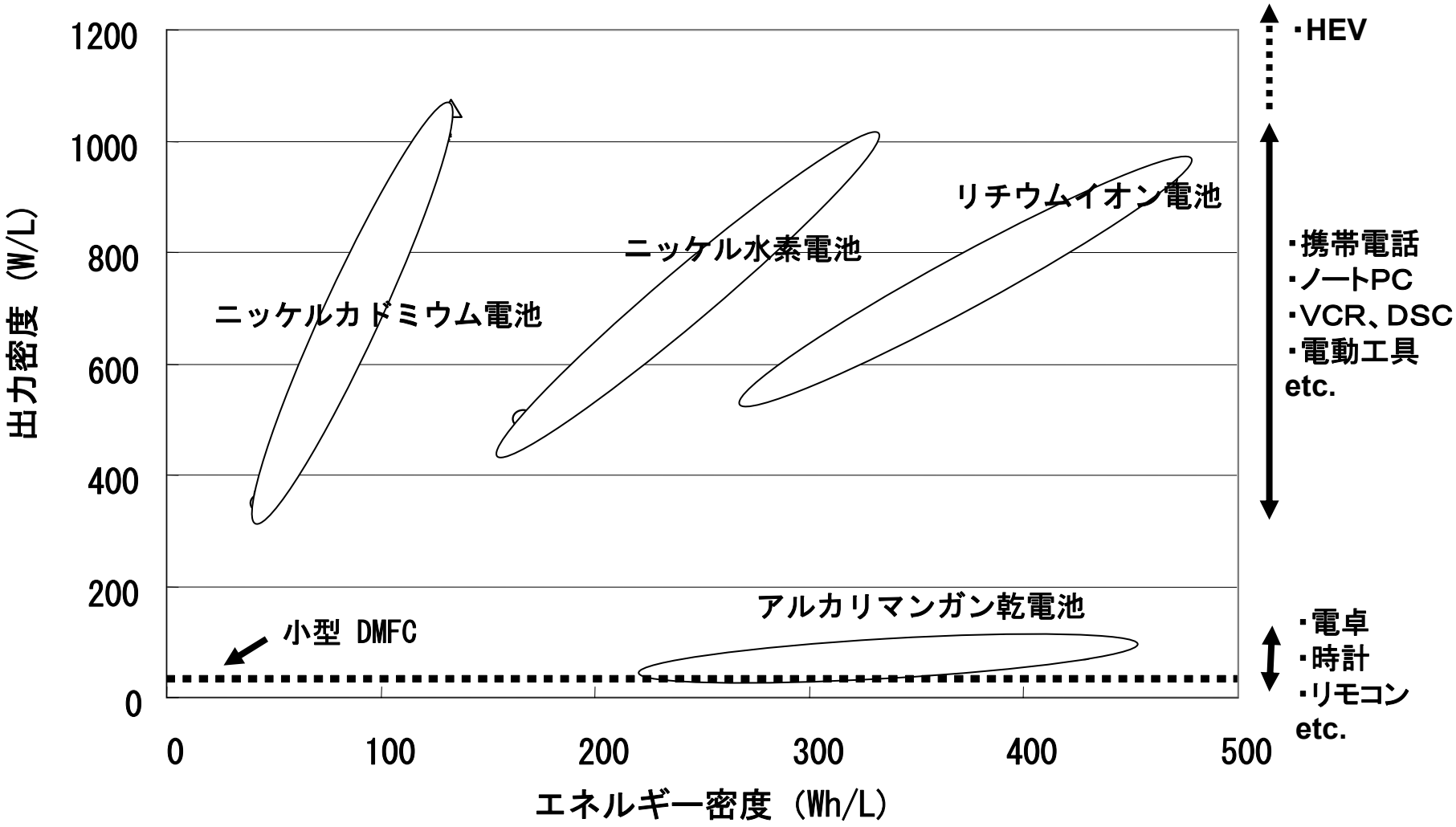
Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

二次電池のエネルギー密度



Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

小型電池の出力密度とエネルギー密度



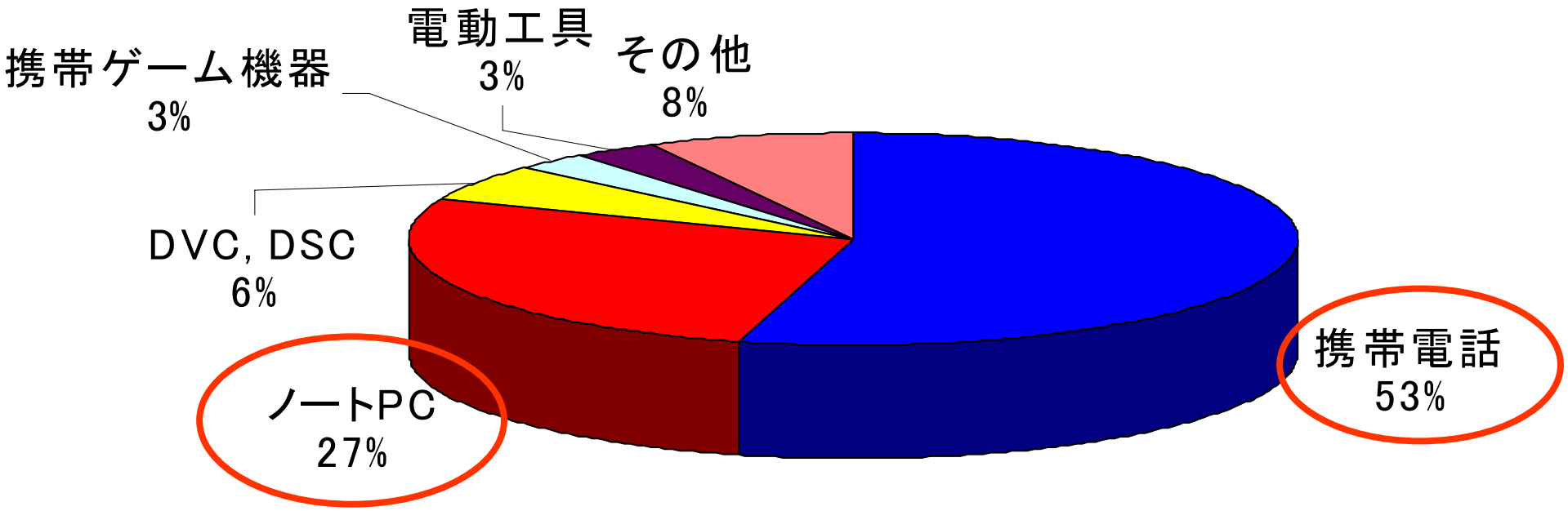
Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

小型電池の特長と用途

	電池の種類	特長	主な用途
二次電池	リチウムイオン電池	·高容量 ·小型、軽量	ノートPC 携帯電話 DSC
	ニッケル水素電池	·高容量 ·高出力	市販用途 アシスト自転車 HEV
	ニッケル カドミウム電池	·高出力、急速充電 ·長寿命	誘導灯 ライト シェーバー 電動工具
	鉛蓄電池	·低コスト	自動車バッテリー UPS
一次電池	乾電池	·充電不可 ·低コスト	リモコン 置時計 電子辞書

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

リチウムイオン電池の用途別のシェア(2006年)



出典：2007年版　電池関連市場実態総調査（電池市場編）
2007年7月2日発行、（株）富士経済データに基づく

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

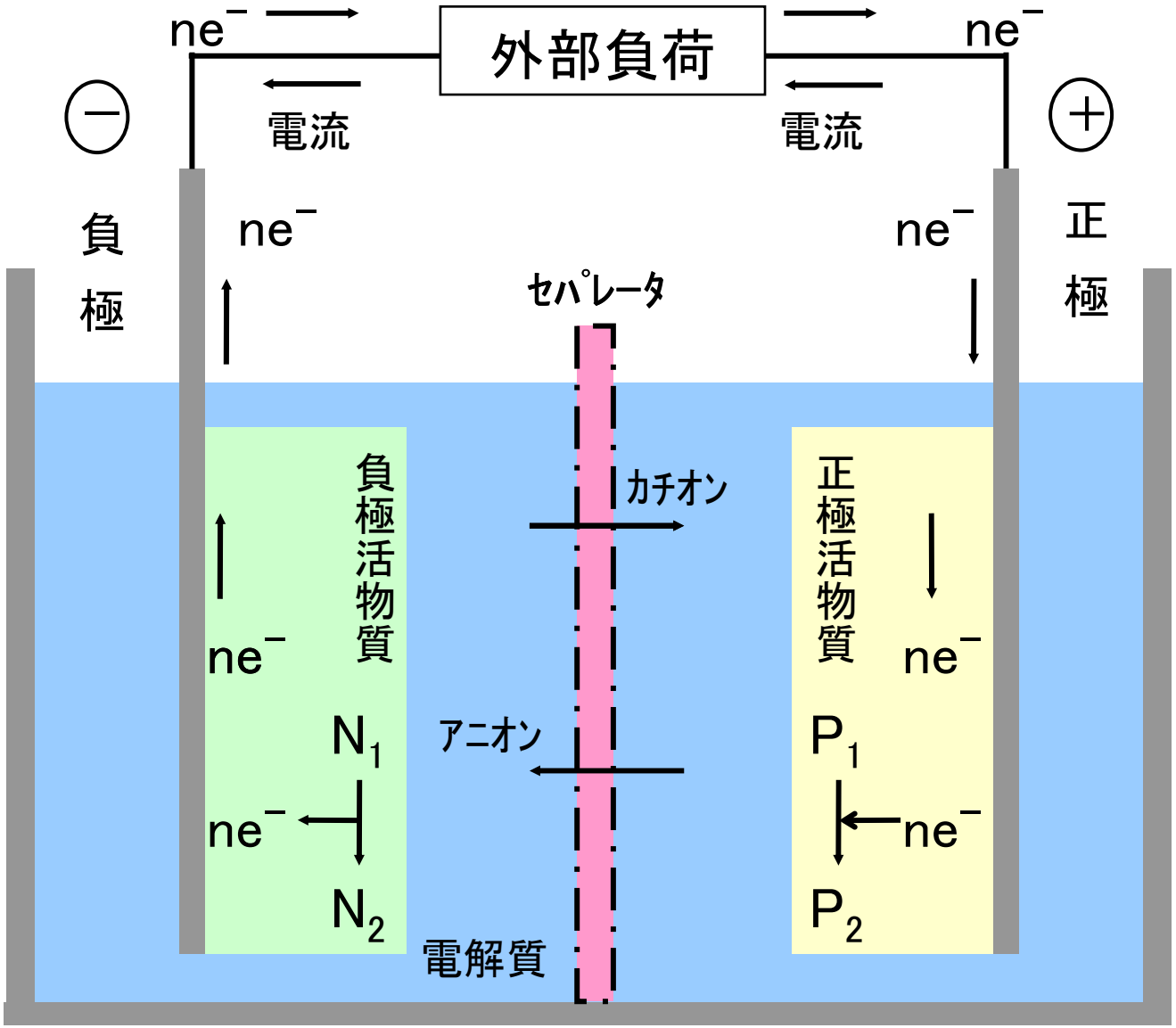
SANYO

講演内容

1. 二次電池の市場
2. 二次電池の原理と種類
3. 二次電池の高性能化
4. エネルギー貯蔵への展開
5. まとめ

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

電池の原理（放電反応）



正極

$P_1 + ne^- \longrightarrow P_2$

負極

$N_1 \longrightarrow N_2 + ne^-$

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

二次電池の構成

構成 / 電池系	負　極	電解質		正　極
		溶　媒	溶　質	
鉛蓄電池	鉛	水	硫酸	酸化鉛
ニカド電池	カドミウム	水	水酸化カリウム	水酸化ニッケル
ニッケル水素電池	水素吸蔵合金	水	水酸化カリウム	水酸化ニッケル
リチウムイオン電池	カーボン	有機溶媒（カーボネート類）	六フッ化燐酸リチウム（$LiPF_6$）	金属酸化物（$LiCoO_2$）

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

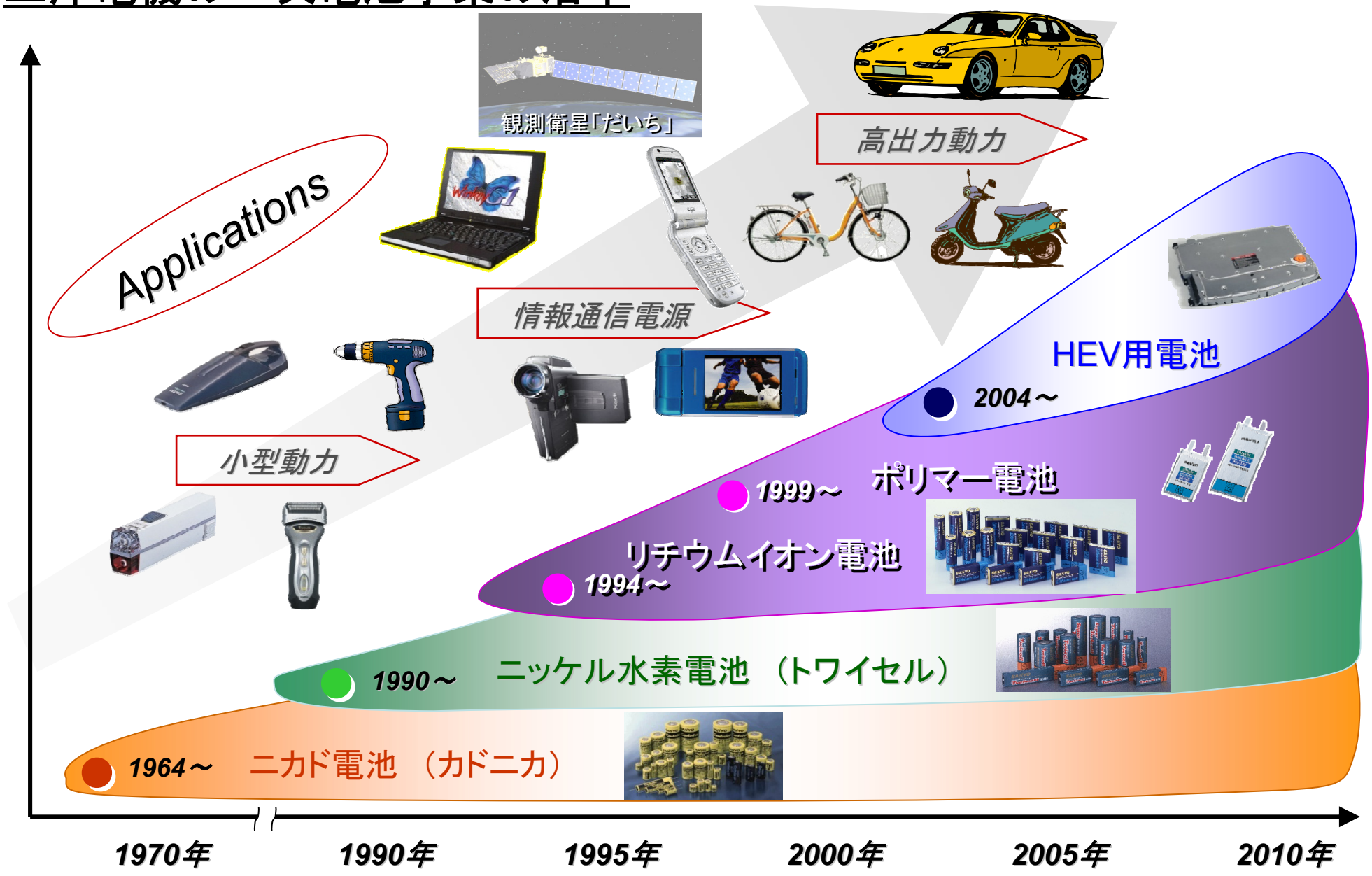
SANYO

講演内容

1. 二次電池の市場
2. 二次電池の原理と種類
3. 二次電池の高性能化
4. エネルギー貯蔵への展開
5. まとめ

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

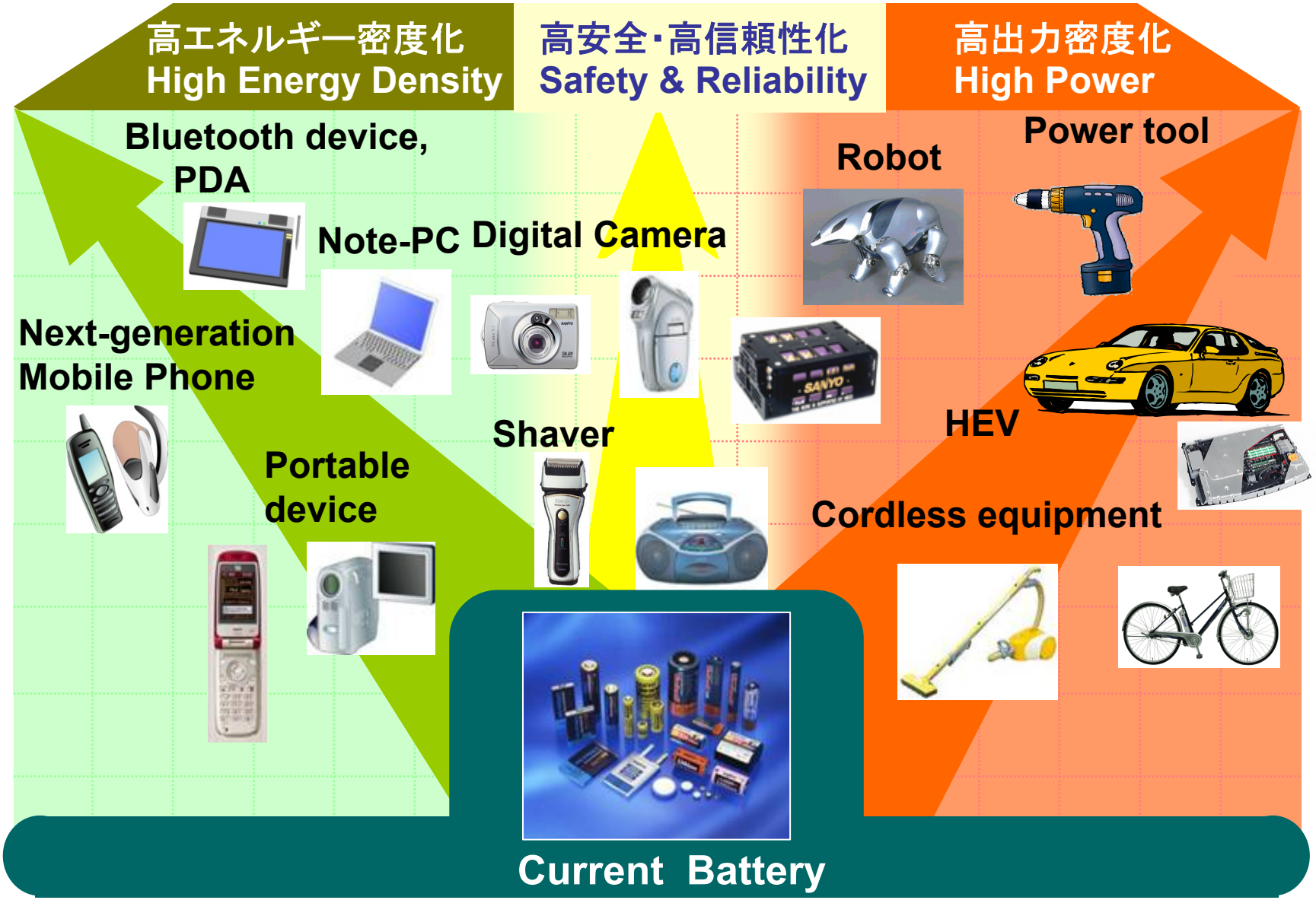
三洋電機の二次電池事業の沿革



Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

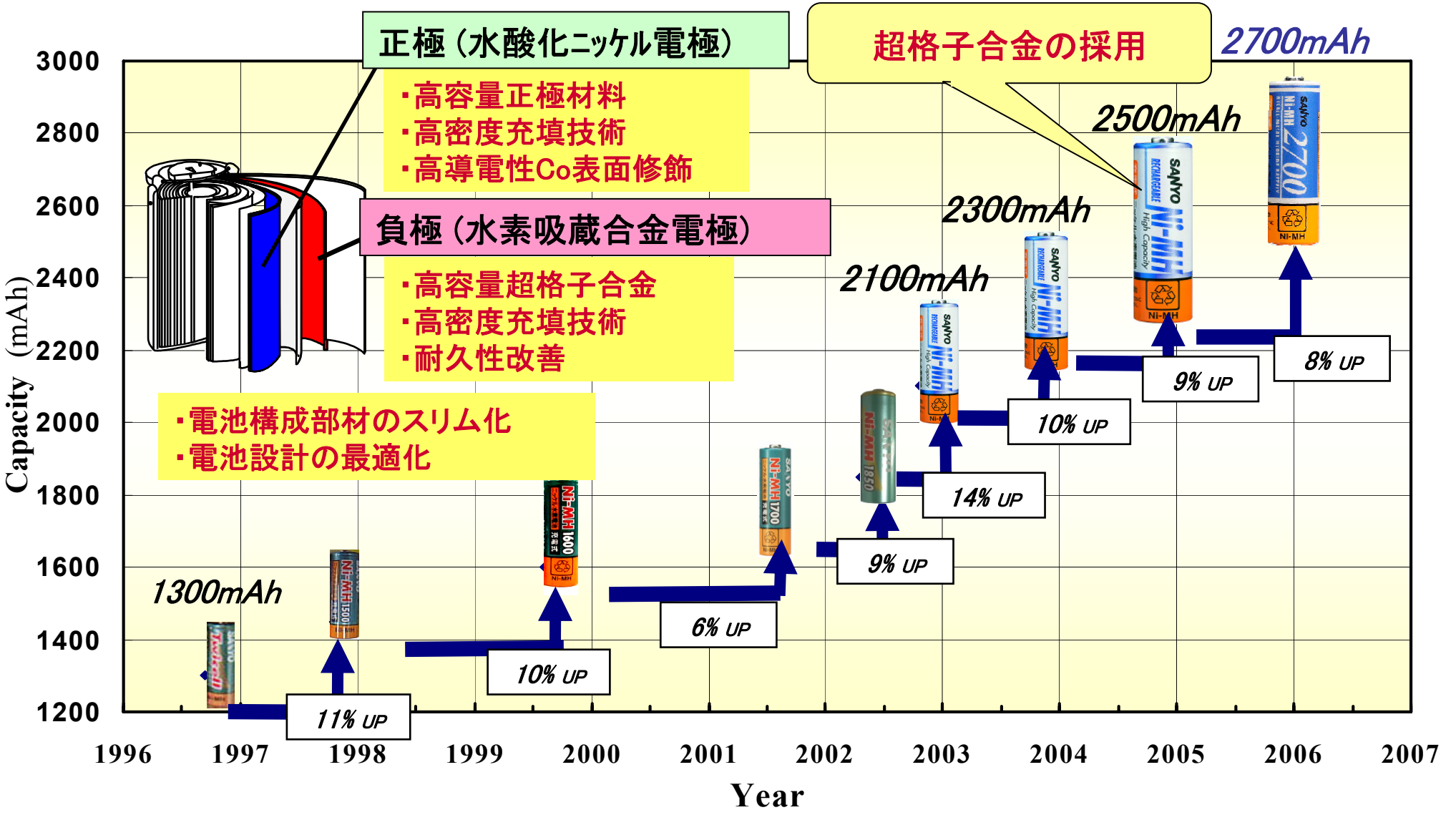
二次電池の高性能化



Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

ニッケル水素電池の高容量化（市販用単3電池）

10年間で市販ニッケル水素電池の放電容量は約2倍に増大



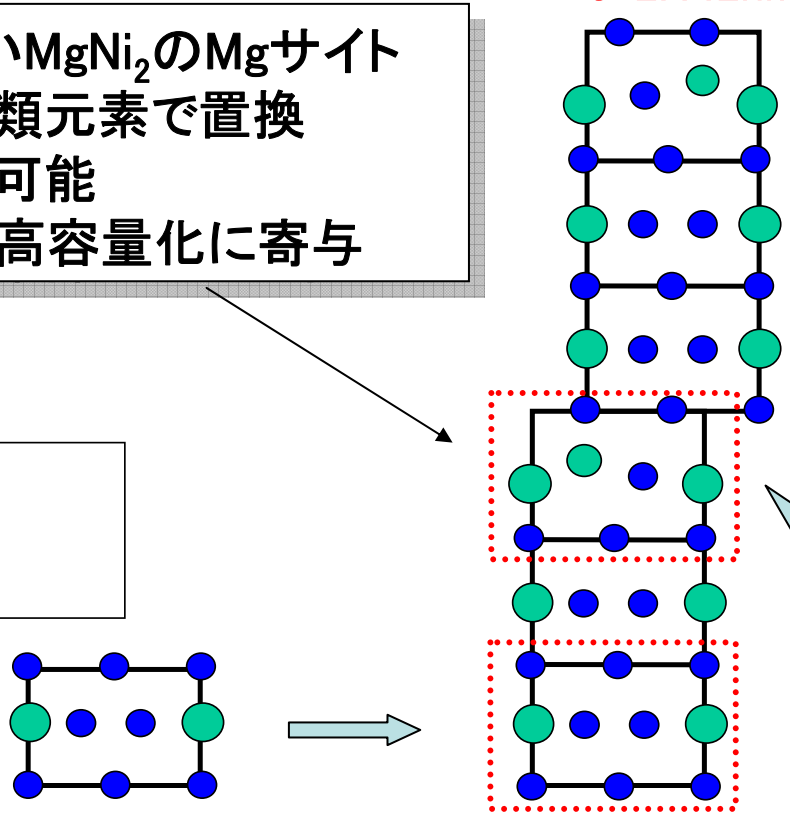
Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

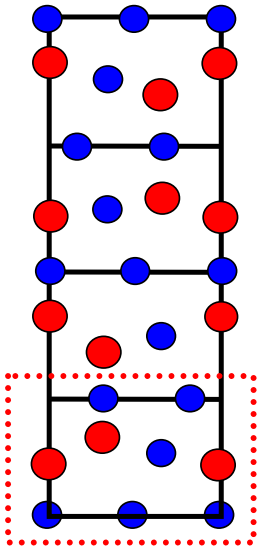
新しい水素吸蔵合金：超格子構造

水素吸蔵しない$MgNi_2$のMgサイトの一部が希土類元素で置換
→水素吸蔵が可能
このユニットが高容量化に寄与

a=0.502nm
c=2.442nm

a軸長は従来合金と同じ
c軸長は約6倍





$MgNi_2$は水素吸蔵しない

Prototype:
$(1\bar{2}0)$ projection

$CaCu_5$
a=0.503nm
c=0.405nm

Ce_2Ni_7
Superlattice

$MgNi_2$
(C36 Laves)

a=0.482nm
c=1.583nm

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

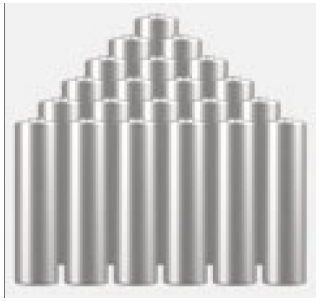
乾電池に替わる次世代電池(低自己放電ニッケル水素電池)

SANYO

eneloop

2005年11月14日発売

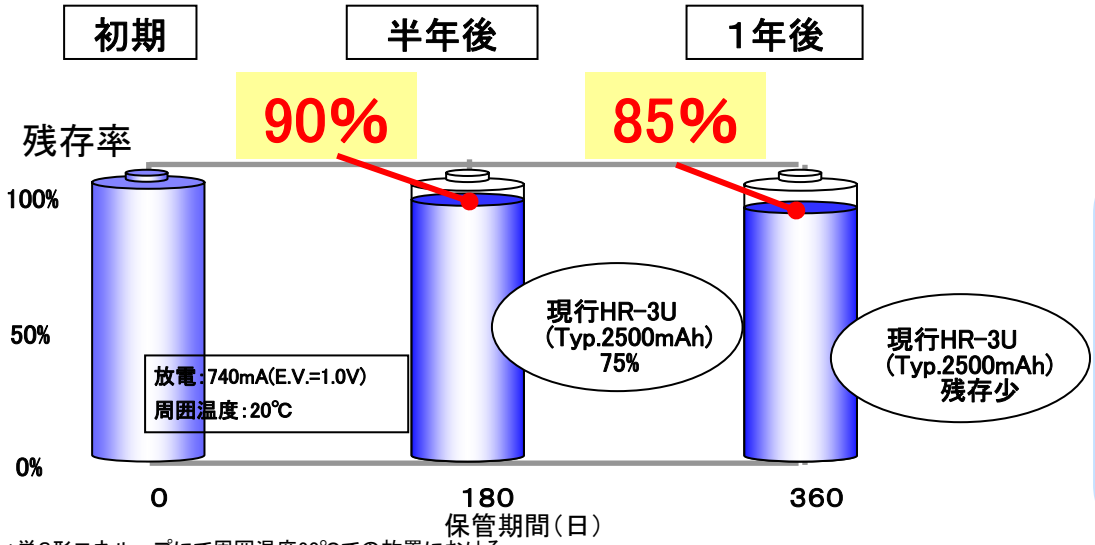
世界の
乾電池市場
年間約400億個



日本の
乾電池市場
年間約22億個

「乾電池に対する不満」
- 1回使いきりであること
- 使用済み電池の処理
- なくなった時に買いに行くこと
- 使える時間が短い

eneloopの自己放電特性（当社シミュレーション結果＊）



＊単3形エネループにて周囲温度20℃での放置における
シミュレーション試験（放電条件：740mA＜E.V.=1.0V＞

eneloopの特徴

1. 買ってすぐ使える
2. 電池から梱包まで、GAIA（地球）に配慮した設計
3. 乾電池よりもパワフルで長持ち。低温放電にも強い
4. 約1000回＊繰り返し使え、メモリー効果を気にせず使用可能

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

乾電池から充電池へ（蓄電技術の重要性のPR活動）

SANYO

三洋電機

乾電池ゼロ化推進

まずはモバイルエナジーカンパニーから

eneloop Rechargeable Ni-MH Battery

三洋電機グループへ展開

世界中の皆様に、
充電池への置き換えをご提案します！

取引企業

（カスタマー、ベンダー…）

乾電池から充電池への置き換えを提案

20本が同時充電できるﾁｬｰｼﾞｽﾃｰｼｮﾝ

小学校Energy Evolution Project

小学校へ充電池の寄贈と環境授業を実施

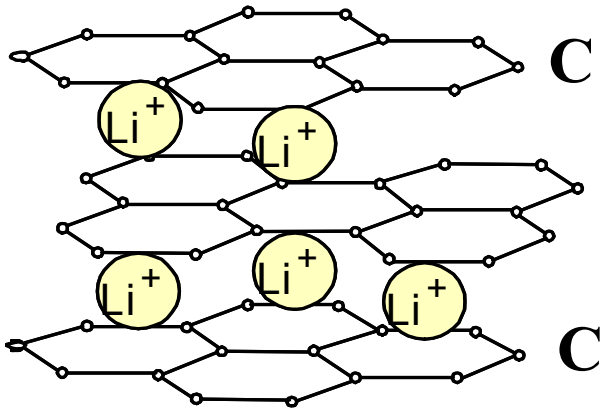
「電池」を通じ、ｸﾘｰﾝｴﾈﾙｷﾞｰや地球環境について体験を伴った「気づき」の提供を目指します

250校へ寄贈

授業風景

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

リチウムイオン電池の特長



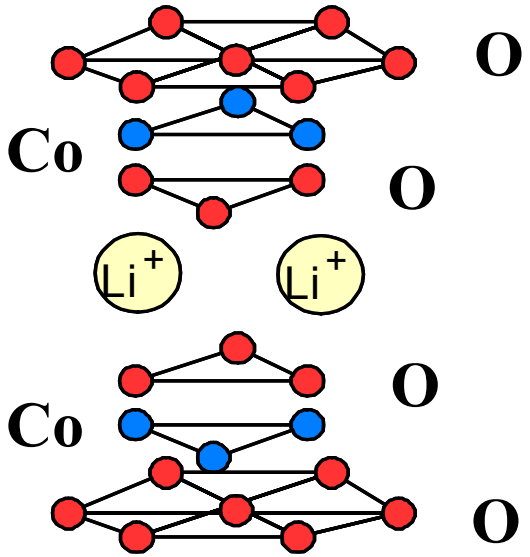
・層間化合物である
　→Liの吸蔵による体積変化が
　　特異的に小さい
・電極電位が高い（3.8V vs Li/Li+）
　→電池電圧を高くできる
・比容量が大きい（～150mAh/g）
　→電池容量が大きくできる

負極：xC_6Li

Li^+

放電 ⇄ 充電

正極：$Li_{1-x}CoO_2$



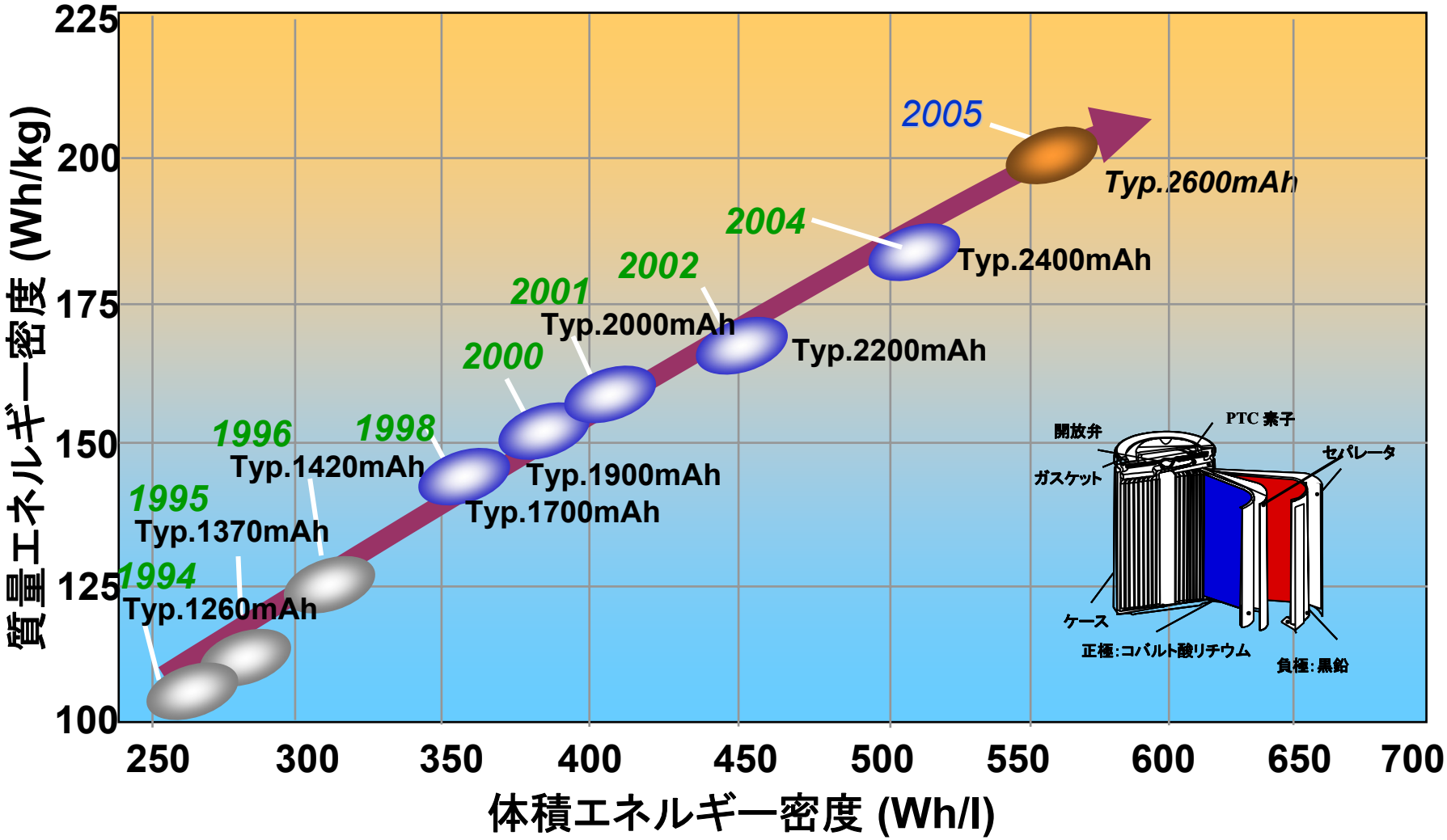
・層間化合物である
　→Liの吸蔵による体積変化が
　　特異的に小さい
・電極電位がLi金属とほぼ同じ
（0-0.1V vs Li/Li+）
　→電池電圧を高くできる

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

円筒型リチウムイオン電池の高エネルギー密度化

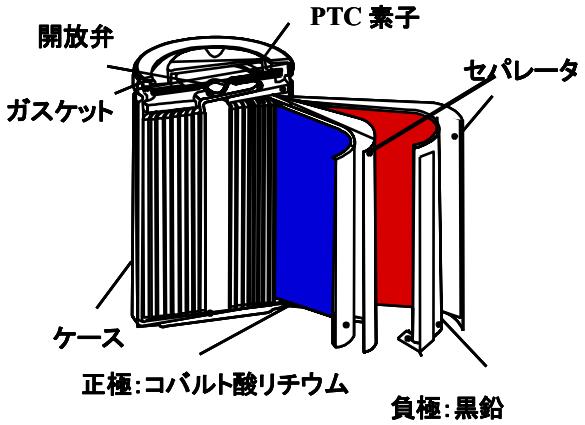
（円筒形　UR18650シリーズ）



Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

二次電池の高性能化に寄与する構成要素

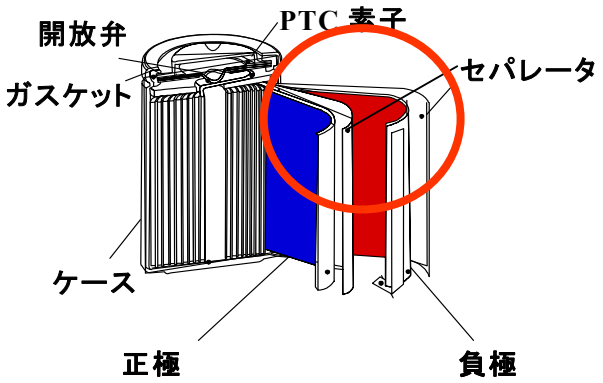


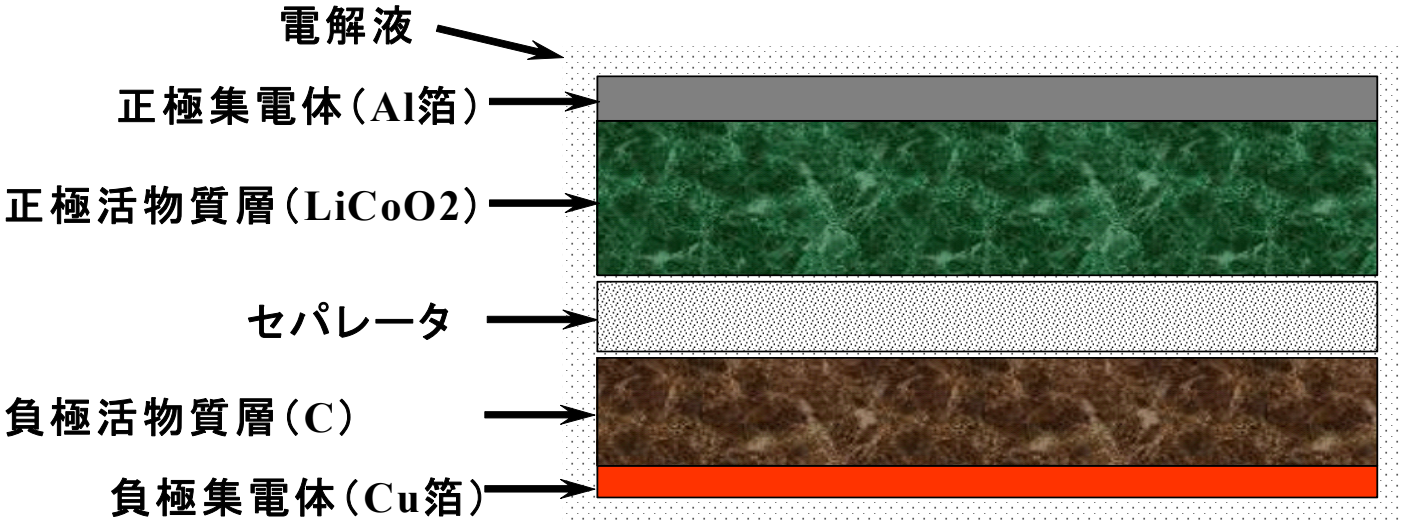
- 二次電池の高性能化
  - 電池反応に関与する材料
    - 電解液
    - 正極 ★
    - 負極 ★
  - 電池の構造と材料
    - 外装体
    - セパレータ
    - 安全機構 ★
  - 電極の構造と材料
    - 電極層の厚み、密度 ★
    - 正負極容量比
    - 集電体
    - 結着剤
    - 導電剤
  - 電極体構造

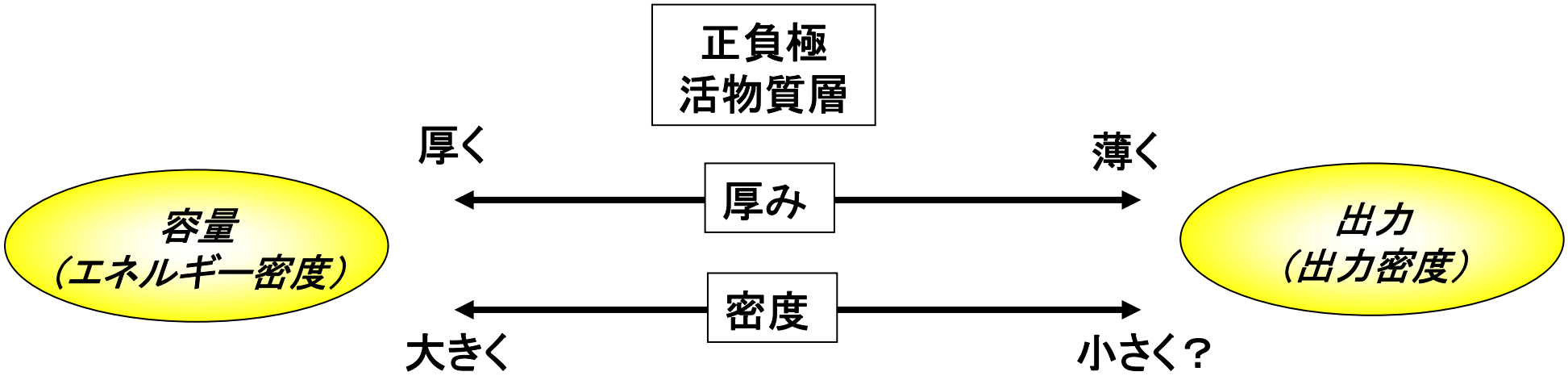
★：本講演でイオン電池における具体例を紹介

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

電極層の構造と高性能化



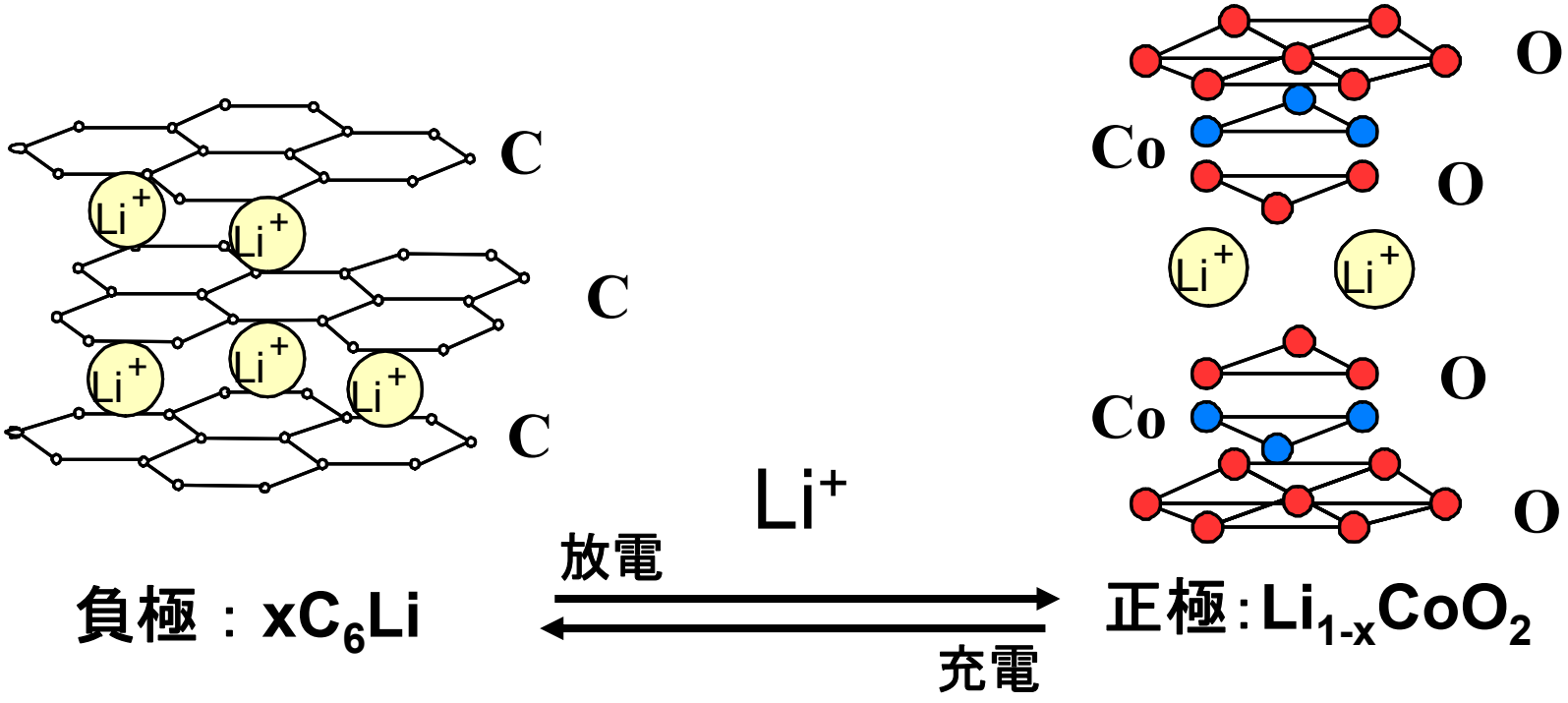




Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

正極の高容量化による高エネルギー密度化



充電電圧をあげるほど、正極$LiCoO_2$からより多くのLiを引き抜くことができるが…

- 正極材料の構造そのものが不安定化する。
- 電解液との反応性が高くなり、副反応が生じる。

⟹ サイクル寿命の劣化

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

負極の高容量化による高エネルギー密度化

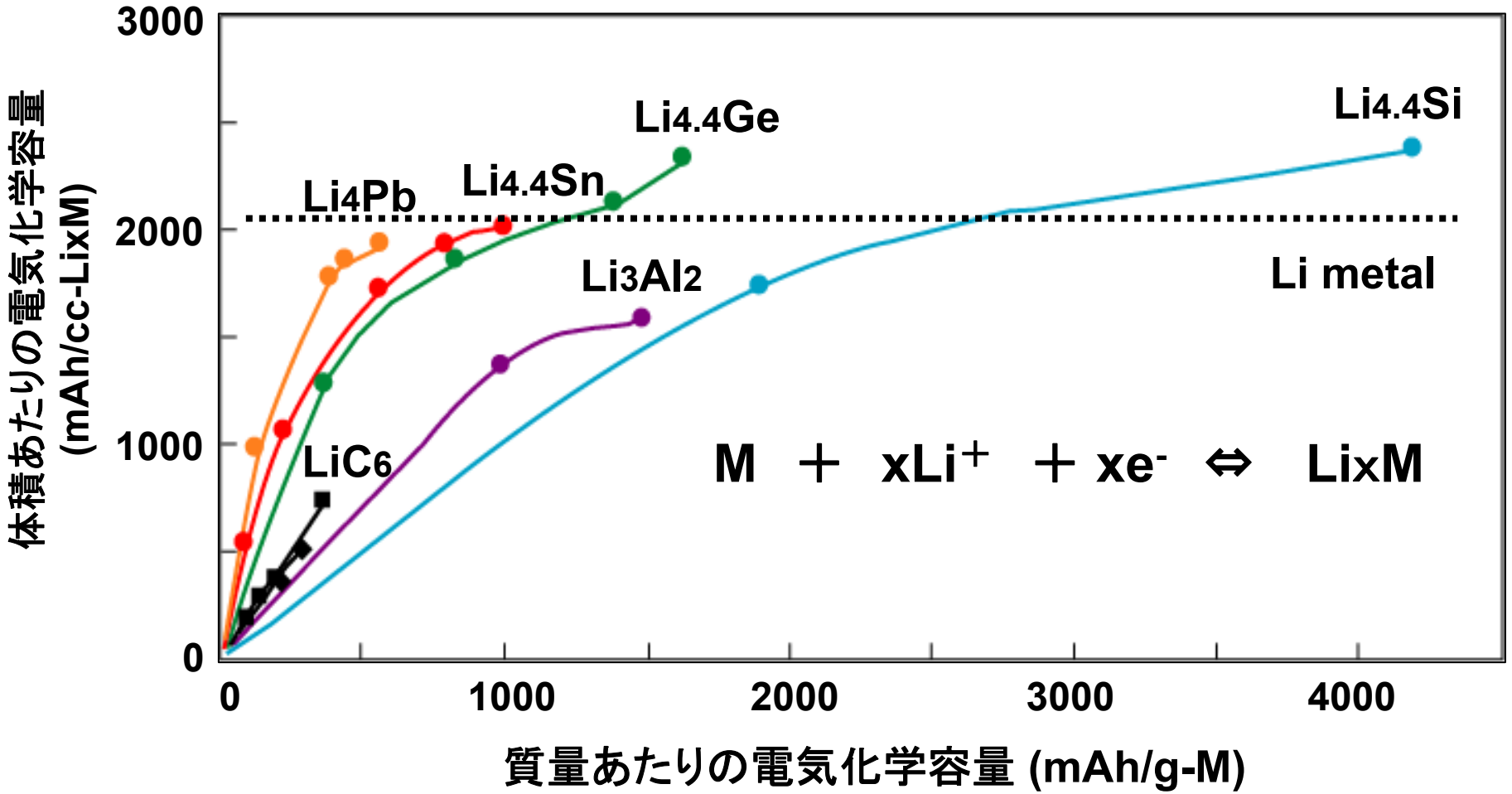


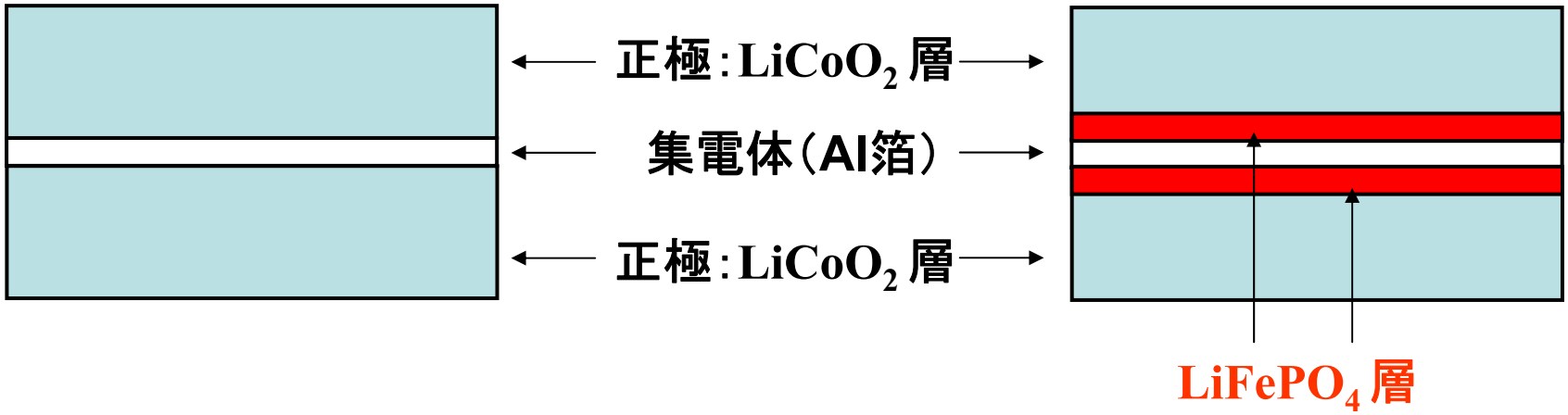
図　Ⅳa族元素（M）の理論的電気化学容量

出典：第42回電池討論会（2001）

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

安全機構としての機能層

正極 / セパレータ・電解質 / 負極 の積層構造に別の層を入れて機能を持たせる



LiCoO2/LiFePO4/Al　2層正極によるシャットダウン機能

$LiFePO_4$ 層の性質

・Liが充電反応で完全に抜けても構造が安定で分解しない。
・Liが抜けると電子伝導性が小さくなる。

↓

過充電状態になるとLiFePO4 層の抵抗上昇により電流が遮断される。

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

講演内容

1. 二次電池の市場
2. 二次電池の原理と種類
3. 二次電池の高性能化
4. エネルギー貯蔵への展開
5. まとめ

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

定置型エネルギー貯蔵への展開

用途

無停電電源装置(UPS)

無線基地局用電源

太陽光発電システム

など

従来のﾊﾟﾜｰｿｰｽ

鉛蓄電池

メリット
- Wh当りのコスト

課題
- エネルギー密度
- サイクル寿命

新しいﾊﾟﾜｰｿｰｽ

ニッケル水素電池
リチウムイオン電池

小形二次電池の特長（小形・軽量、高信頼、大量生産）を活かし、
多直列・多並列のモジュール化技術で幅広い用途に対応

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

非常用ポータブル電源

1．背景

地震などによる災害救急の重要性が問われる昨今において、災害時や救急医療における非常用電源の確保と普及に貢献するため、
リチウムイオン電池を搭載した超小型・軽量のポータブル電源を開発、2008年1月中旬発売。

非常用ポータブル電源　KPS-L1

2．特長

①業界最小・最軽量*1で持ち運びが容易

AC100V出力を有する電源で、業界最小・最軽量を実現。
3kg以下の質量に体積3500ccのコンパクト設計で、あらゆる電源使用のシーンで有用性を高めた。

＊1：AC100V出力を有する電源において。
2007年8月29日時点、当社調べ

②独自技術による長期信頼性を確保

リチウムイオン電池の充電制御方法の最適化、高精度寿命判定機能の搭載

③2WAYの充・放電方式で多様な電子・電気機器に幅広く対応

充電：ACアダプター、DC12V（シガーライター）からの短時間充電を実現。
放電：AC100V、USB（DC5V－500mA）を備え、携帯電話等の様々な小型電子機器にも対応。

主な仕様

品　名	非常用ポータブル電源
品　番	KPS－L1
搭載バッテリー	リチウムイオン電池　25．2V－5．1Ah　130Wh
入　力	外付けACアダプター　（100V 50／60Hz, W／W対応） 外付けDCアダプター　（12Vシガーライター対応） 充電時間：約3．5時間（完全放電状態から）
出　力	AC：１００Ｖ（６０Ｈｚ）正弦波・矩形波×１個口（口数増設可） 定格出力：１００ＶＡ　連続稼働時間：約１時間／定格出力　　参考（約１０分／最大１５０ＶＡ） ＤＣ：５Ｖ　５００ｍＡ　ＵＳＢ端子出力×２個口（口数増設可）

連続稼働時間：約18時間／定格5V－500mA×2

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

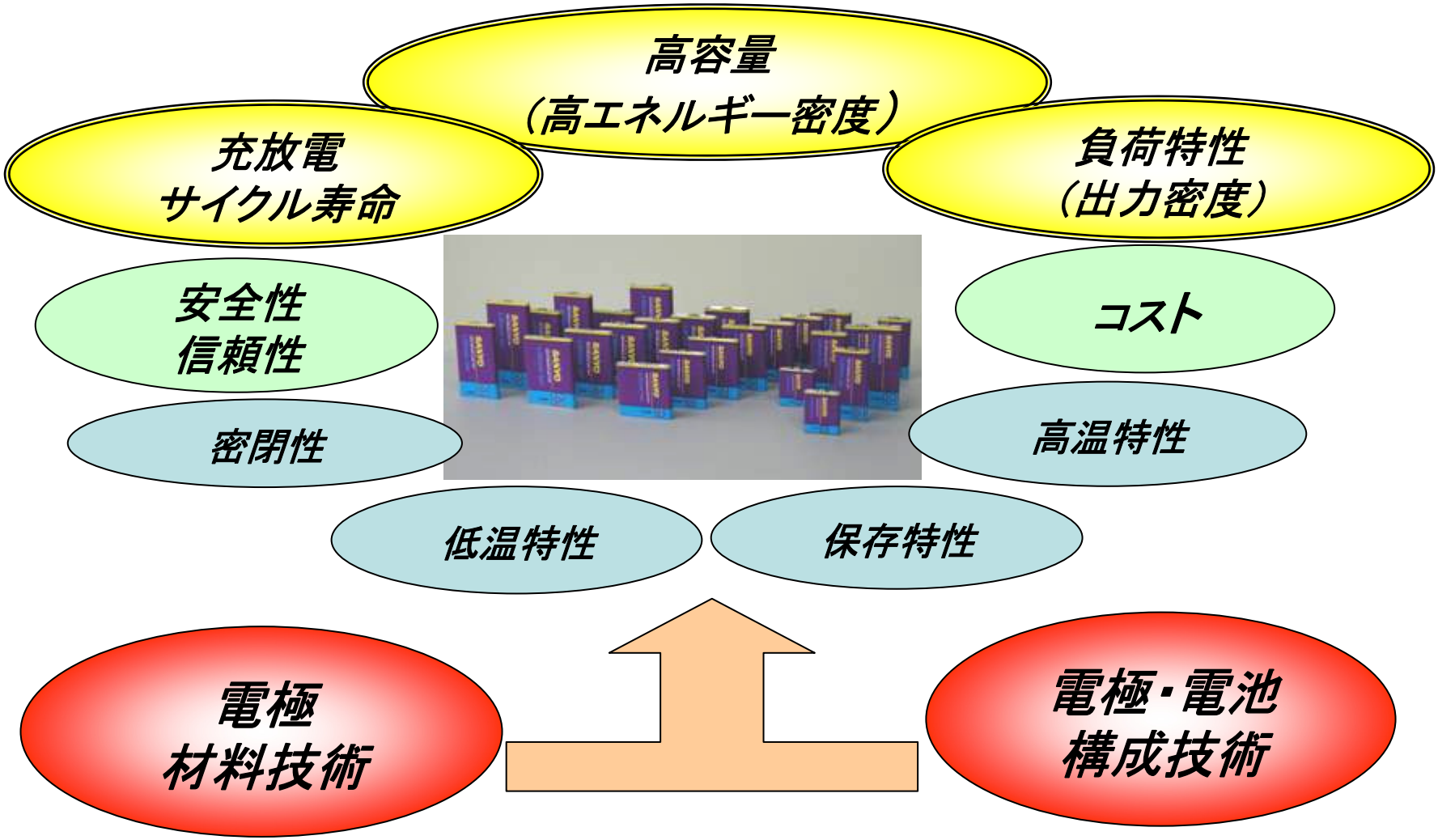
講演内容

1. 二次電池の市場
2. 二次電池の原理と種類
3. 二次電池の高性能化
4. エネルギー貯蔵への展開
5. まとめ

Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

二次電池に要求される特性

下記のすべての要求特性を満たすことが必要

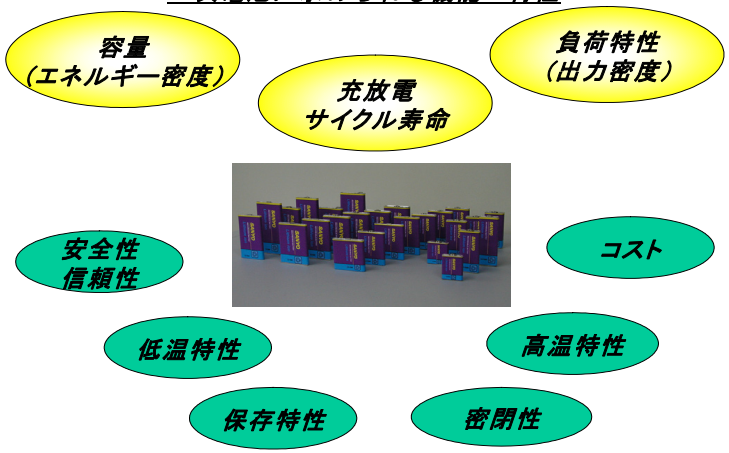


Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

SANYO

イオン電池の高性能化における技術課題

二次電池に求められる機能・特性

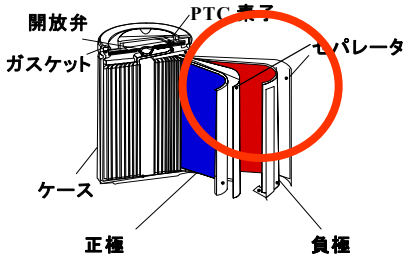


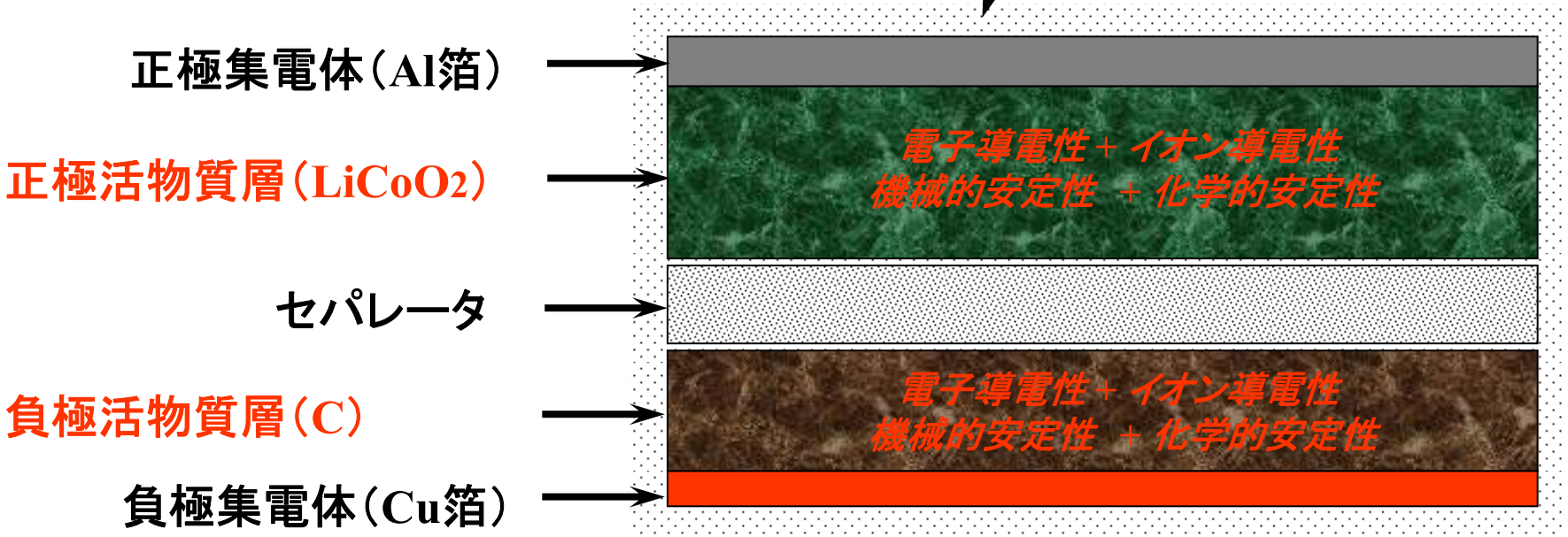
電極層の機能と安定性

- 電子導電性＋イオン導電性
- 機械的安定性＋化学的安定性

電解液の機能と安定性

- イオン導電性
- 化学的安定性





Copyright© SANYO Electric Co., Ltd. All Rights Reserved 2009

次世代型太陽電池開発に向けた長寿命電荷分離状態の探索

大阪市立大学理学研究科物性有機化学研究室
複合先端研究機構　A班
岡田恵次・鈴木修一

複合先端研究機構（代表　橋本秀樹）
A班（エネルギー開発部門）

〇エネルギー集積（橋本グループ）
〇エネルギー変換（岡田グループ
〇エネルギー貯蔵（木下グループ）

The California Solar Initiative – CSI

2006-2016

The California Solar Initiative has a goal to create 3,000 MW of new, solar-produced electricity by 2016 - moving the state toward a cleaner energy future and helping lower the cost of solar systems for consumers. The CSI statewide budget is $3.3 billion over 10 years, distributed between three distinct program components: The California Solar Initiative ($2.167 million/1940 MW); the New Solar Homes Partnership ($400 million/360 MW); and the Publically Owned Utility Programs ($700 million/700 MW).

With a 10-year commitment for solar incentives, and under legislative direction, California aims to build a self-sustaining solar industry with lower overall costs to consumers.

日本：革新型太陽電池国際拠点整備計画

（NEDO技術開発機構+経済産業省）　2008-2015

News Release

経済産業省
Ministry of Economy, Trade and Industry

平成２０年７月２日
資源エネルギー庁

革新型太陽電池国際研究拠点について

世界全体の温室効果ガス排出量を現状に比して2050年までに半減するという「クールアース50」の長期目標を実現するためには、革新的なエネルギー技術の開発が必要であり、高効率かつ低コストな革新型太陽電池の研究開発は重要課題です。

このため、新素材、新概念を活用した革新型太陽電池を2050年に向けて実用化することを目指した技術開発を、本年より7年間の予定で開始しました。このたび、その中心となる2つの研究拠点を選定しました。

両拠点を中心に、国内の大学・企業や、諸外国の世界トップレベルの研究機関とも連携しつつ技術開発を進めます。今後、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合研究開発機構（NEDO）を通じて研究開発を実施していきます。

エネルギー変化効率40%を目指す（現状の３－４倍、max 20%））

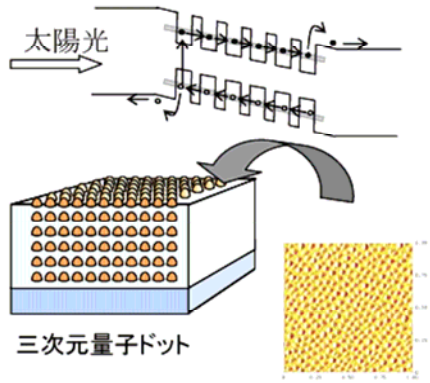
革新型太陽電池国際拠点整備計画内容

7年間（2008－2015）で150億円の国家プロジェクト

研究拠点の概要

【拠点①】東京大学先端科学技術研究センター

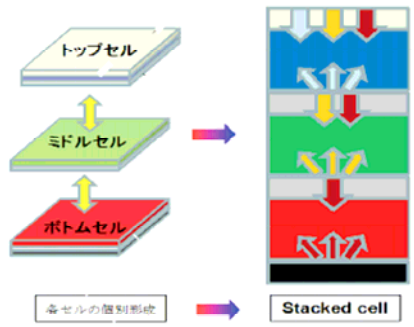
・新概念を用いた量子ドット型（理論効率60%）等を開発。
・シャープ株式会社、新日本石油株式会社等が参加。
・米国エネルギー省傘下の研究機関等と連携。



量子ドット型太陽電池

【拠点②】産業技術総合研究所つくばセンター

・薄膜を積層した多接合型等を開発。
・各層で異なる波長の光を吸収し、全体として効率を向上。
・三菱重工株式会社等が参加。東京工業大学の研究グループと連携。
・欧州の研究所等とも連携。



多接合型太陽電池

有機太陽電池の現状と将来予測(要約)

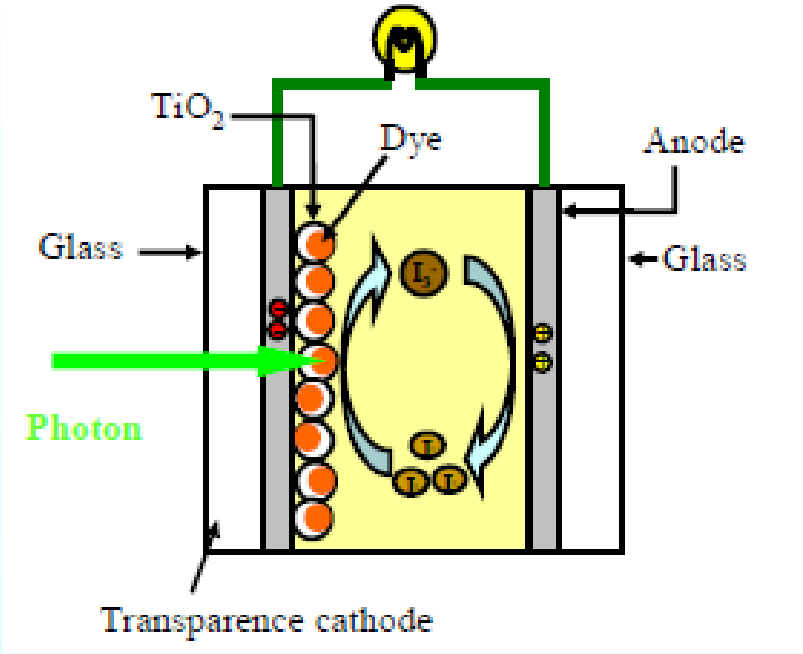
2008　冨士キメラ総研

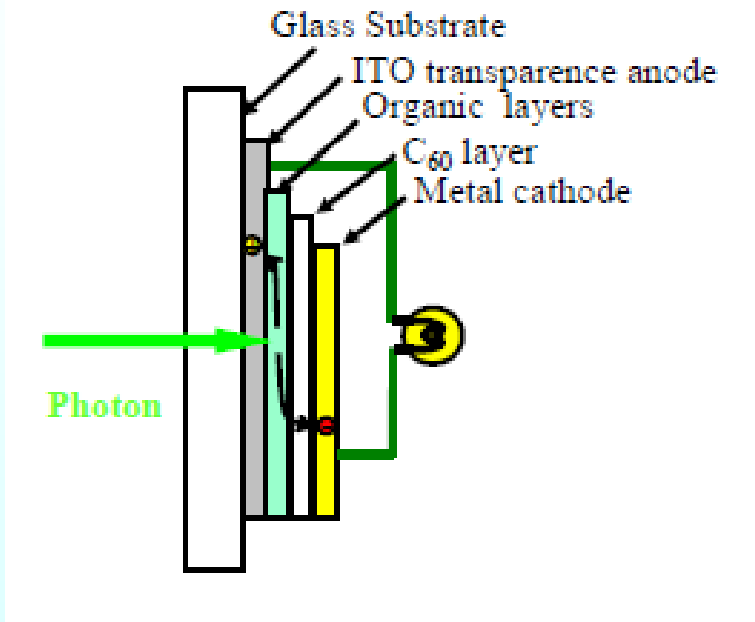
○　太陽電池市場は、欧州を中心に年率30%以上の高成長が続いており、ワールドワイドの市場規模は約 3.0GW である。シリコンの供給状況にも左右されるが 2020 年には少なくとも 70GW になる見込みである。市場の急拡大のため、多結晶 Si 太陽電池のシリコン及び薄膜 Si 太陽電池向けのモノシランガスなど材料の不足が懸念されている。現状のエネルギー変換効率は良いものでも約20%程度である.

○　このような状況の中で注目されているのが、有機系太陽電池の色素増感型太陽電池と有機薄膜太陽電池である。色素増感型太陽電池は、製造コストが安く、軽く、柔らかく、カラフル化出来るといった特徴を持つ。将来はシリコン系では困難な用途であるモバイル製品のバッテリー源として、期待されている。自動車関係の「塗る太陽電池」、「繊維に塗りこむ太陽電池」などの用途も考えられる。

○　有機系太陽電池は、現状でシリコン系に比べ変換効率、耐久性に劣っている。色素増感型太陽電池はグレッツェルの基本特許が2008年4月に切れた事もあり、企業の研究も活発化している。

有機色素増感太陽電池と有機薄膜太陽電池



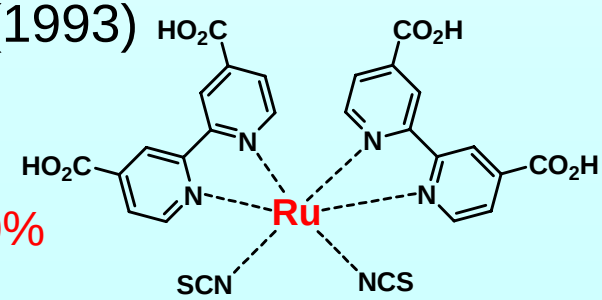


有機色素増感太陽電池(湿式太陽電池)

有機薄膜太陽電池(乾式太陽電池)

Grätzel セル(1993)

N3 dye:



変換効率:～10%

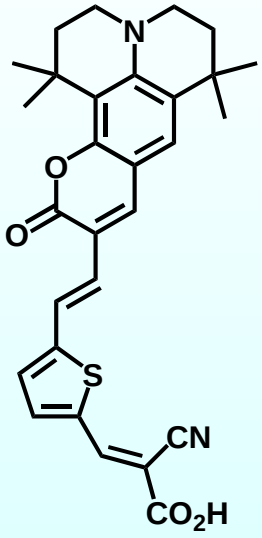
C_{60} layer:

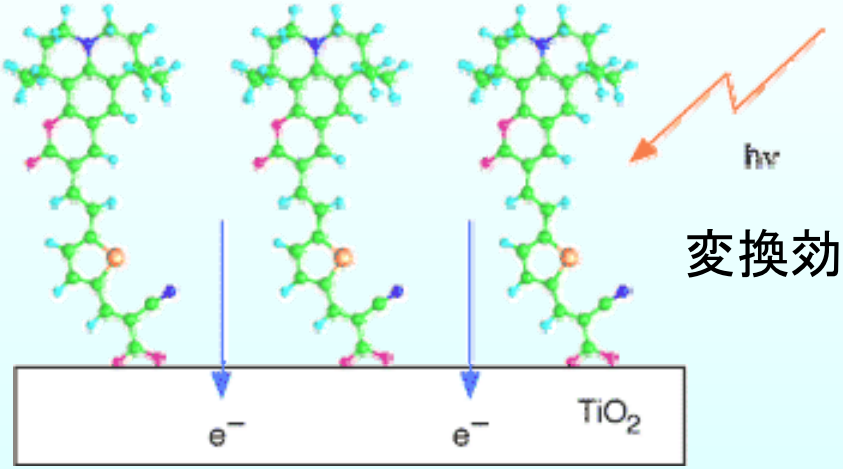
変換効率:< 3.7%

Oganic layer: Polythiophene, Phthalocyanine etc

産総研（拠点の一つ）の研究

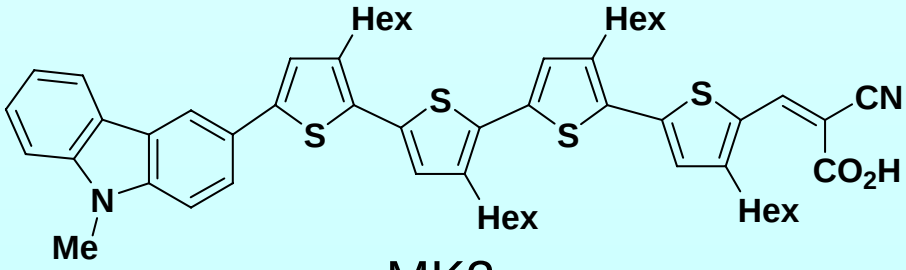
クマリン誘導体を用いる色素増感太陽電池（2002）





変換効率: 7.5%

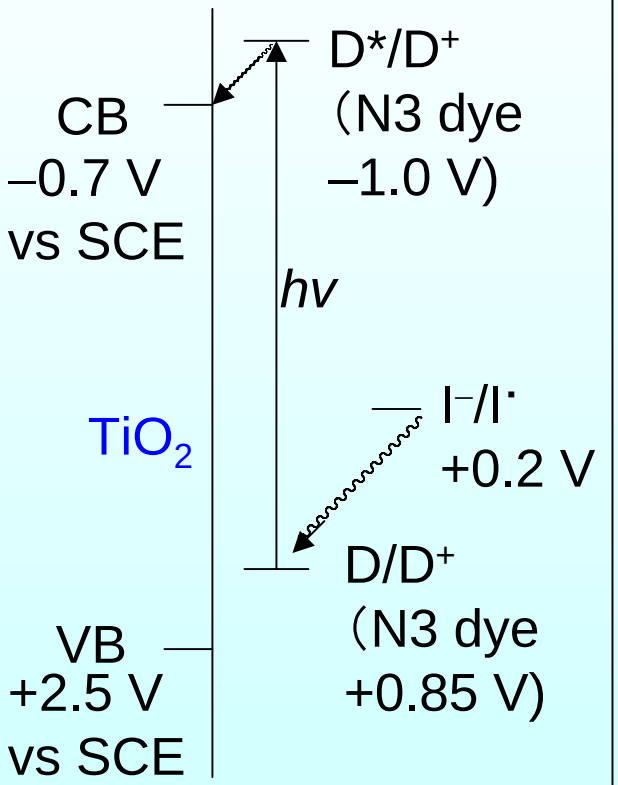
カルバゾール-オリゴチオフェンを用いる色素増感太陽電池（2008）



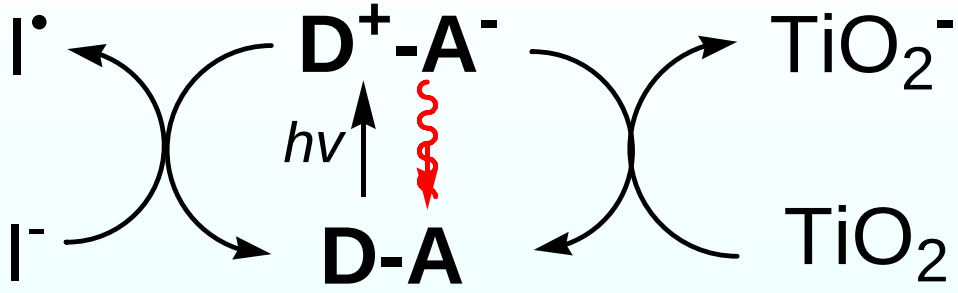
MK2

MK2とイオン液体のヨウ化物を使って
変換効率：7.6%

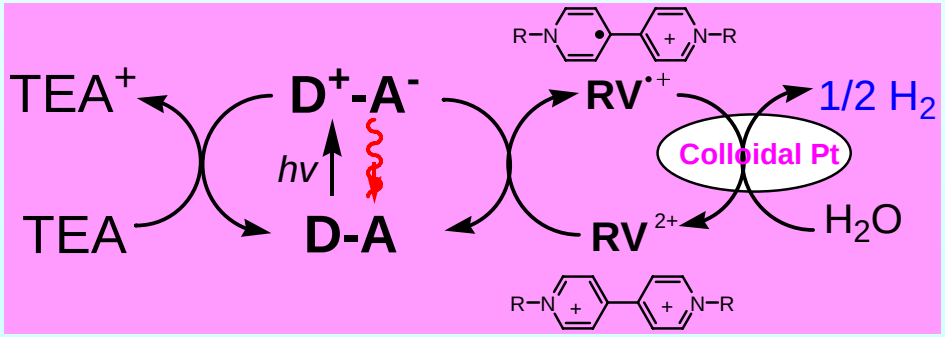
長寿命電荷分離状態の利点



エネルギーダイヤグラム



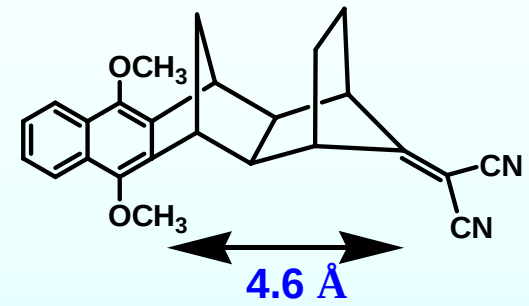
○ 電荷分離状態の長寿命化は基底状態への無輻射失活を押さえ、**エネルギー変換効率**を上げる。

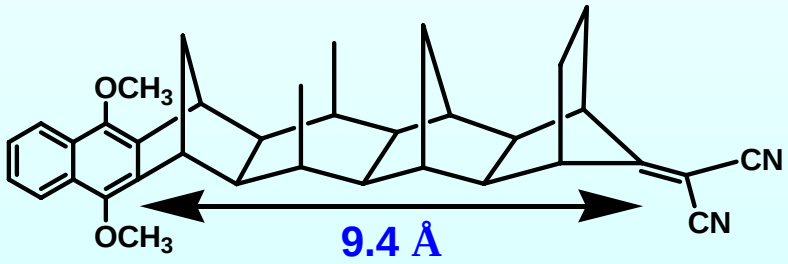


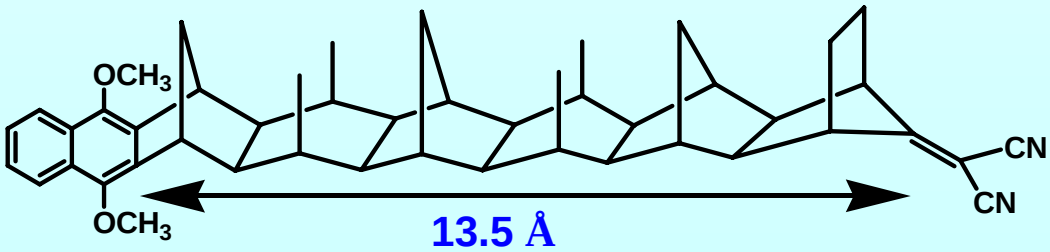
○ 電荷分離状態の長寿命化は水素発生等の**光触媒**の開発においても重要

電荷分離状態長寿命化（従来の研究1）

1） D-A間の距離を伸ばす







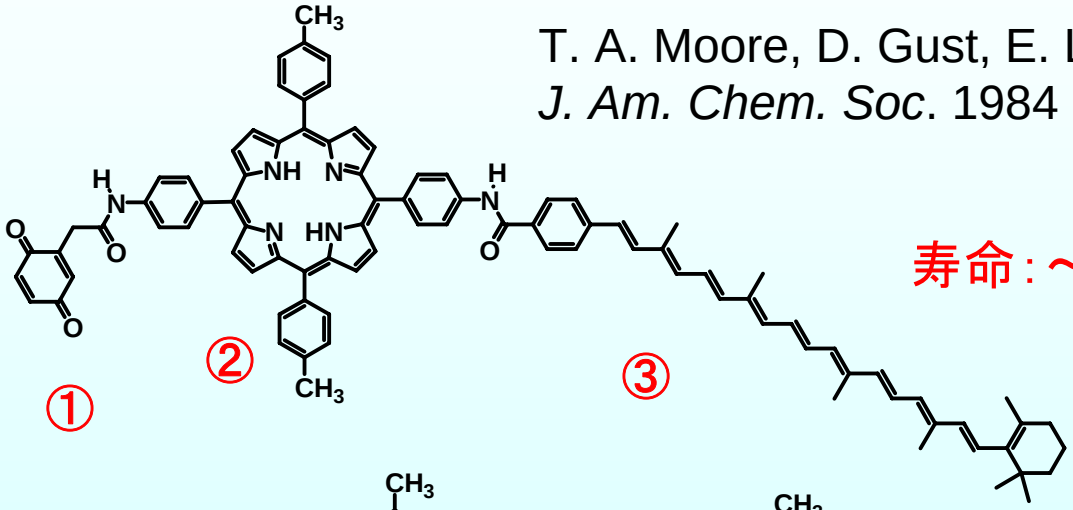
Φ_{CT}	τ_{CT}
1.0	0.08 ns
1.0	2.5 ns
0.87	1050 ns

in Dioxane at rt.　　Paddon-Rawら、*J. Am. Chem. Soc.* 1988

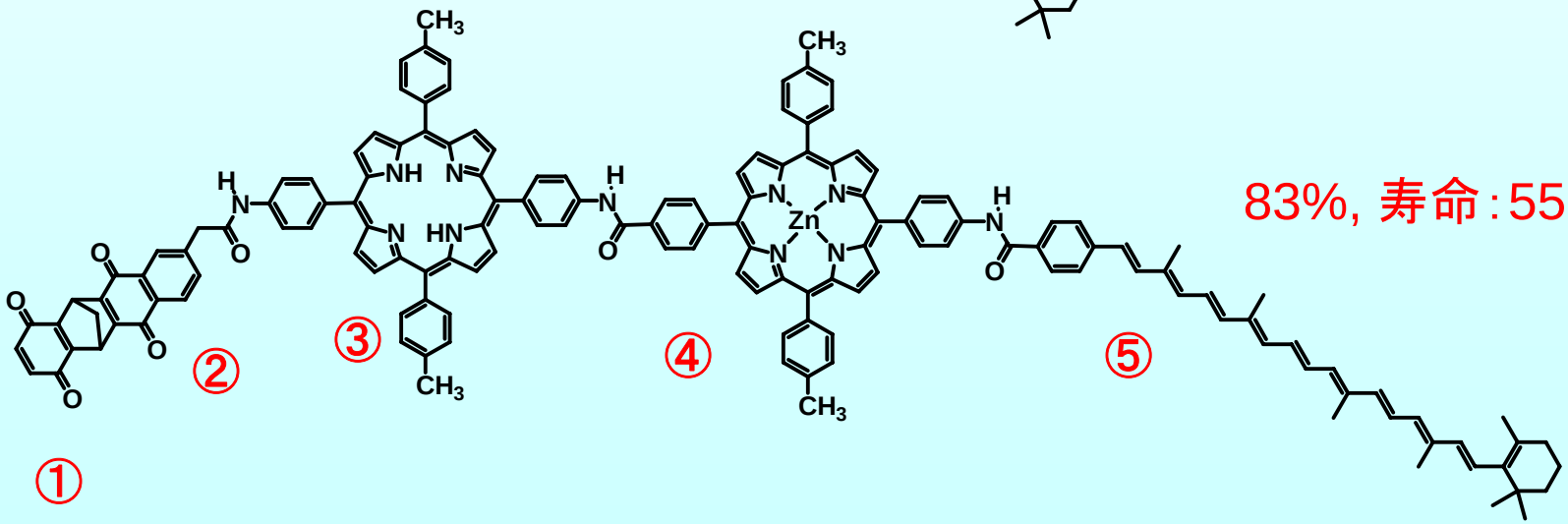
電荷分離状態長寿命化（従来の研究2）

2） 酸化還元の段階数を上げる

T. A. Moore, D. Gust, E. Land et al., *Nature, Science, J. Am. Chem. Soc*. 1984 -1990.



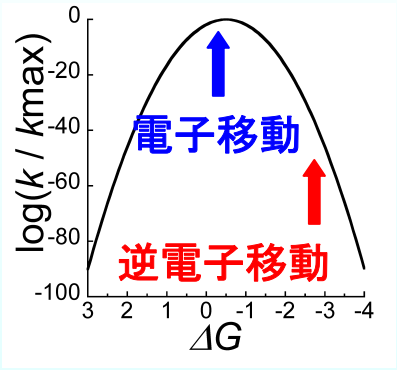
寿命：～100 ns



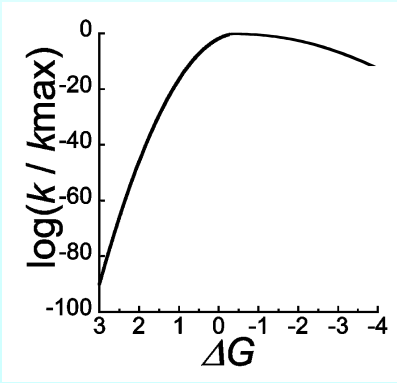
83%, 寿命：550 ns

電荷分離状態長寿命化（従来の研究3）

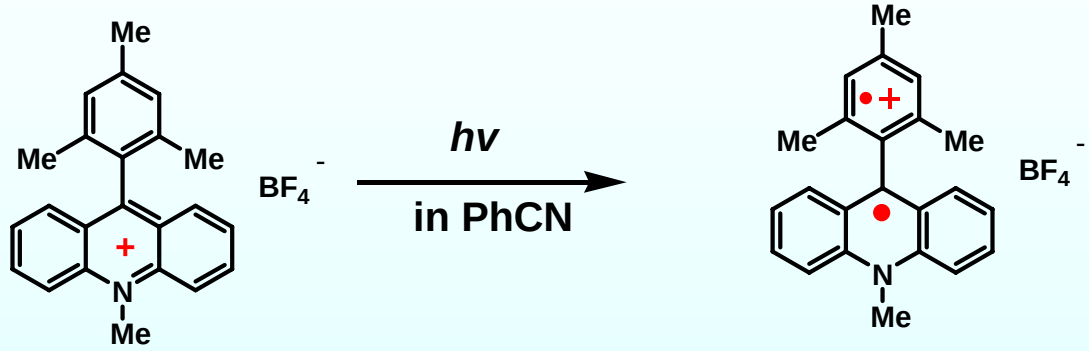
3）驚くほど簡単な提案（Marcusの逆転領域の利用）



Marcusの古典理論



多くの系で見られる実験結果



98% の収率、寿命＞1000 s　223 K 凍結PhCN中

S. Fukuzumiら、*J. Am. Chem. Soc*. (2004)

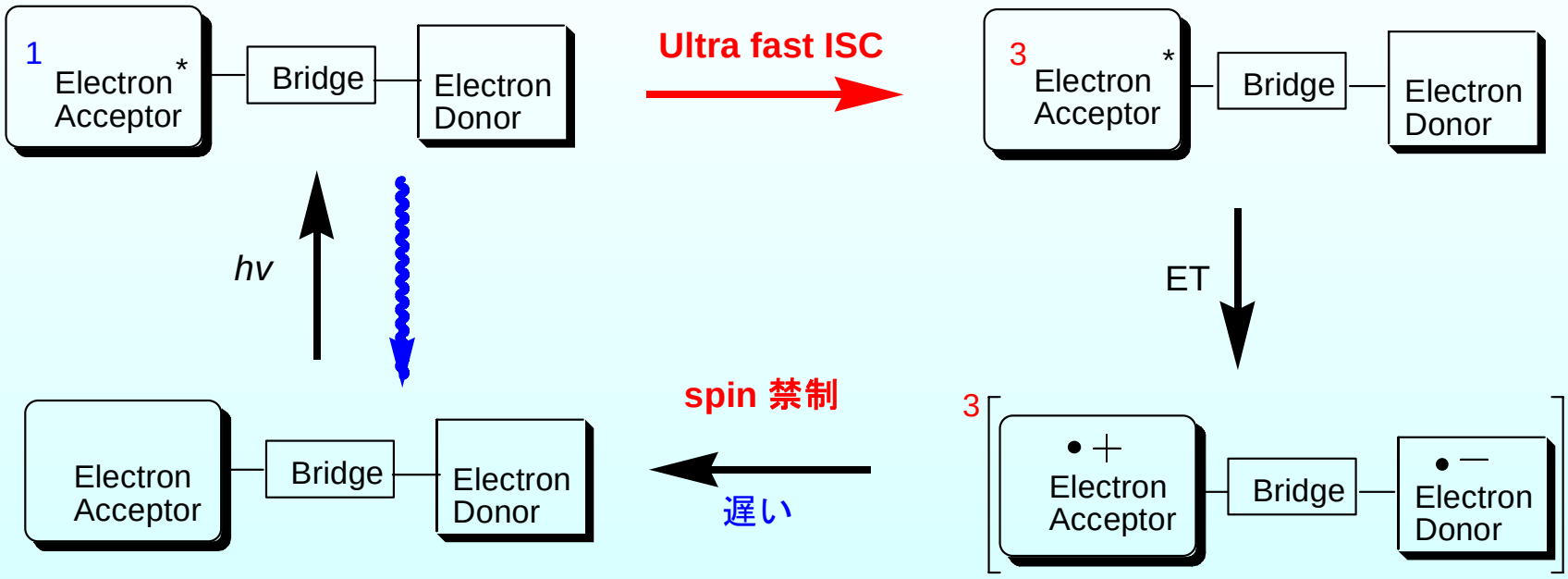
追試が行われた。

寿命：6 ns 室温PhCN中

A. Harriman, J. W. Verhoevenら、*J. Am. Chem. Soc*. (2005)

電荷分離状態長寿命化の探索

超高速項間交差による三重項電荷分離状態の生成



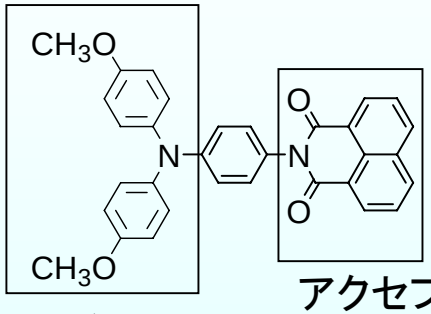
n→π* か重金属の使用

1）フタルイミドの利用
2）C60の利用
3）**アントラキノンの利用**
4）室温燐光種Pt錯体の利用（重原子効果版）
5）**室温燐光種Pt錯体の利用（光増感版）**

電荷分離状態長寿命化の探索

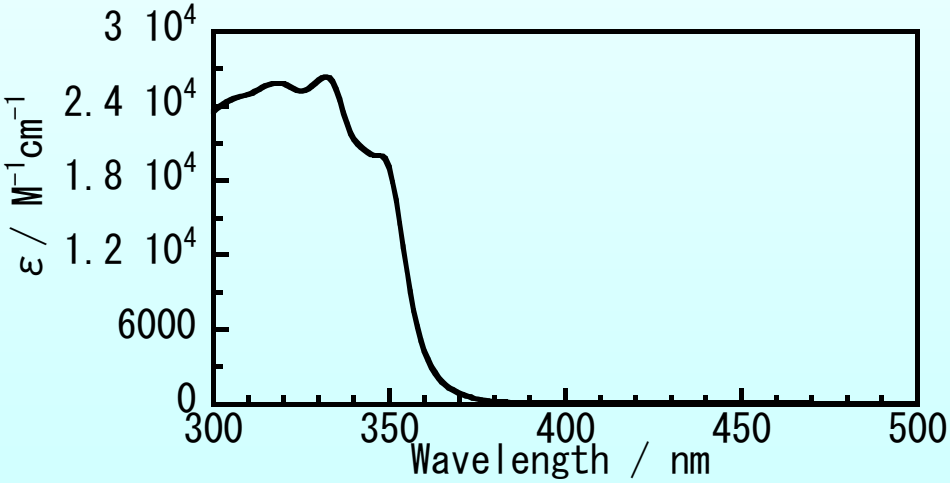
J. Phys. Chem. A (2008)

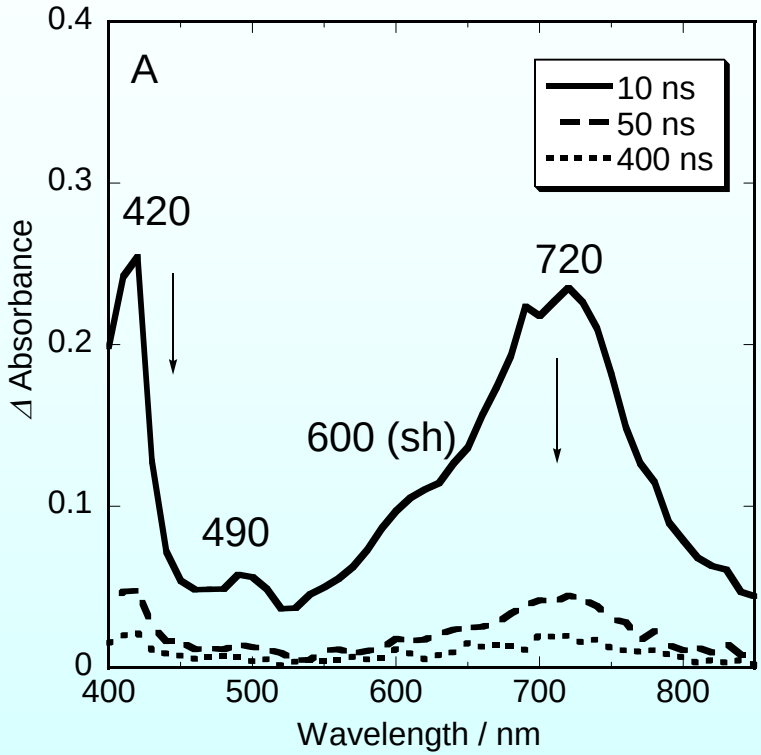
1） ナフタルイミドの使用

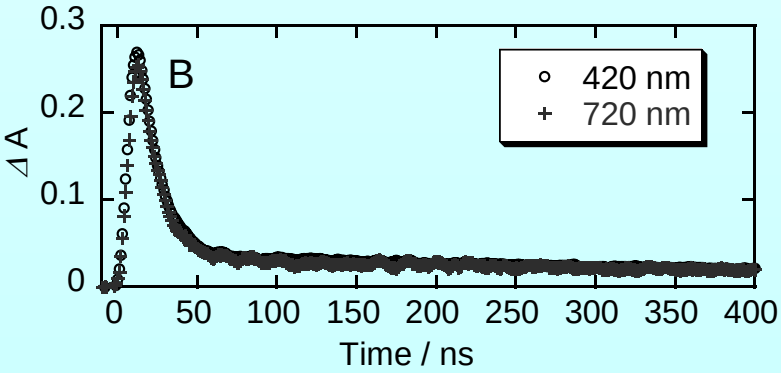


ドナー

アクセプター
（ナフタルイミド）



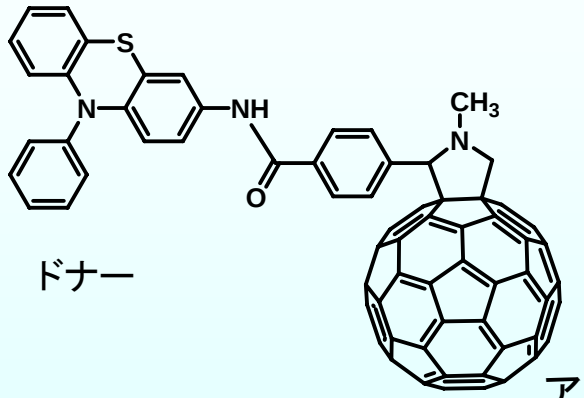


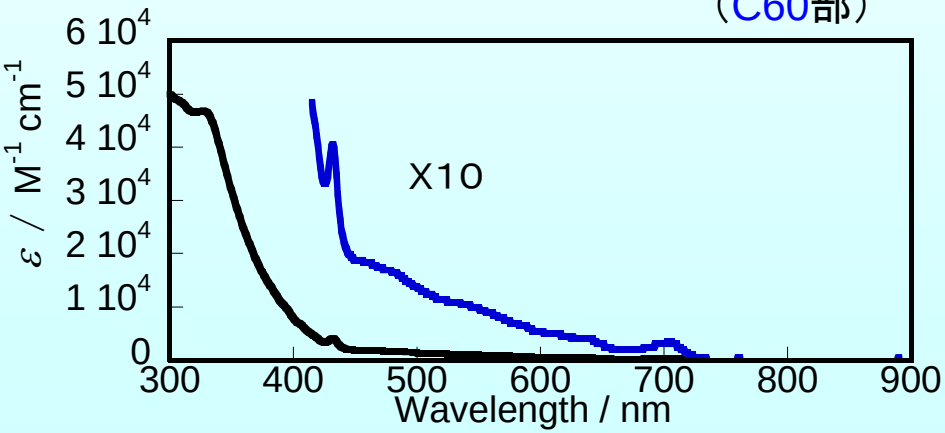


一重項電荷分離状態：93%、5 ns
三重項電荷分離状態：7%, 540 ns

電荷分離状態長寿命化の探索

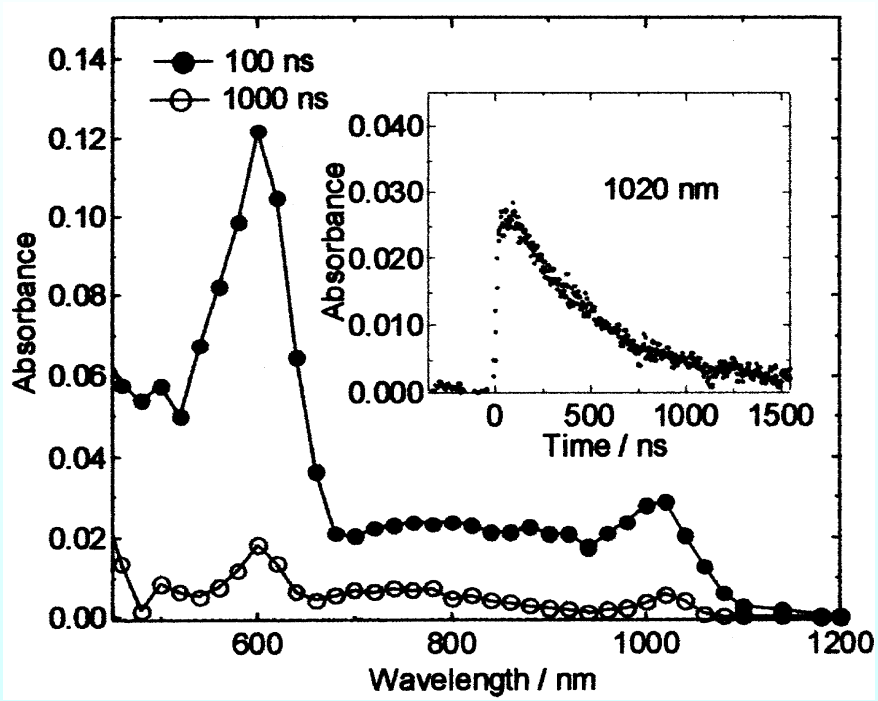
2） C60の使用





PTZ1-C60の吸収スペクトル（PhCN）

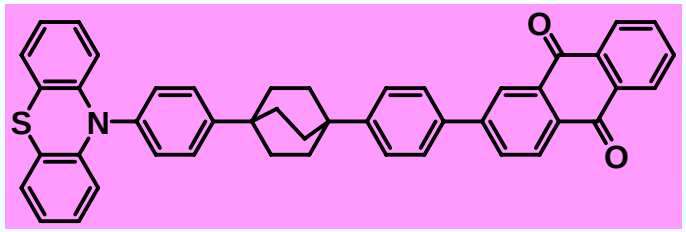
J. Phys. Chem. A (2008)



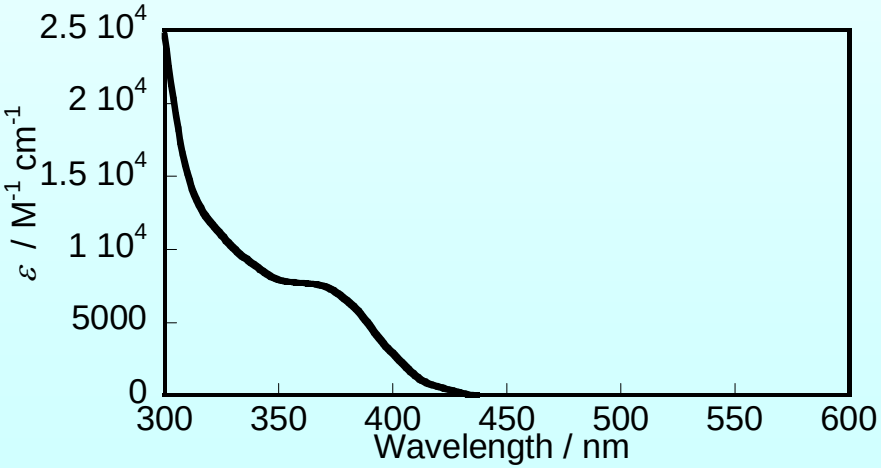
PTZ1-C60の過渡吸収スペクトル
寿命：910 ns (PhCN中）

電荷分離状態長寿命化の探索

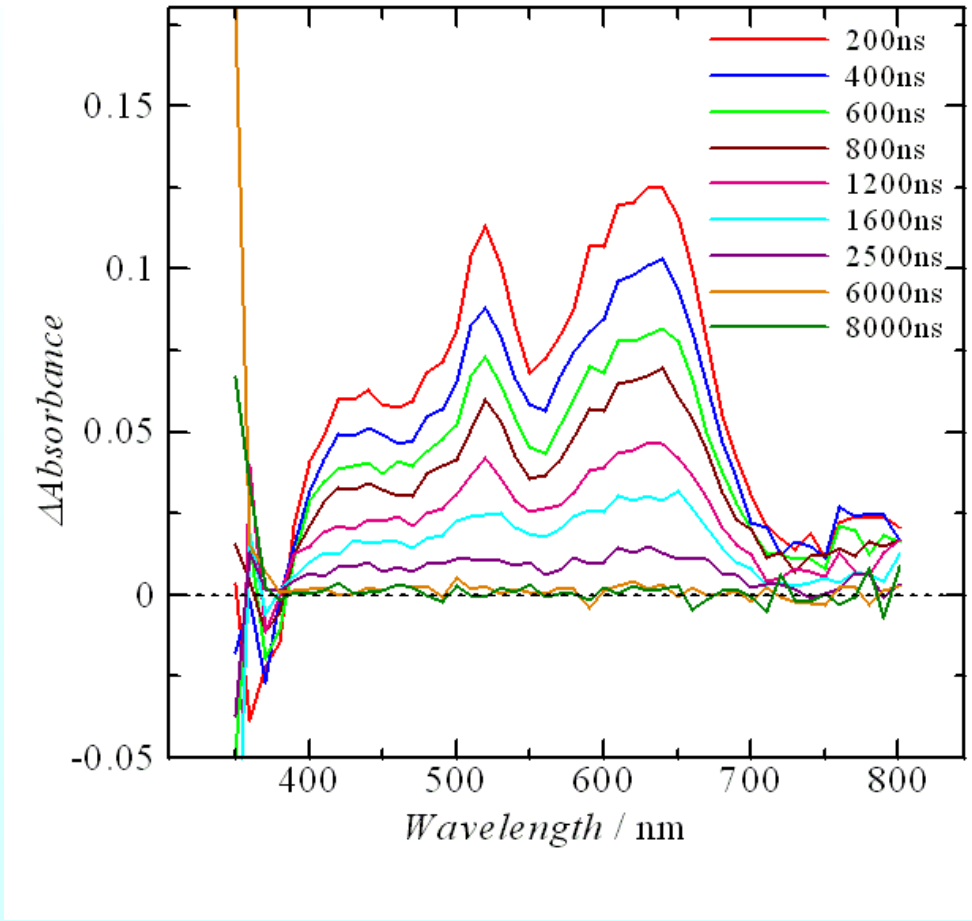
3） アントラキノンの使用



ドナー　　アクセプター
PTZ1-B-AQ　（アントラキノン部）



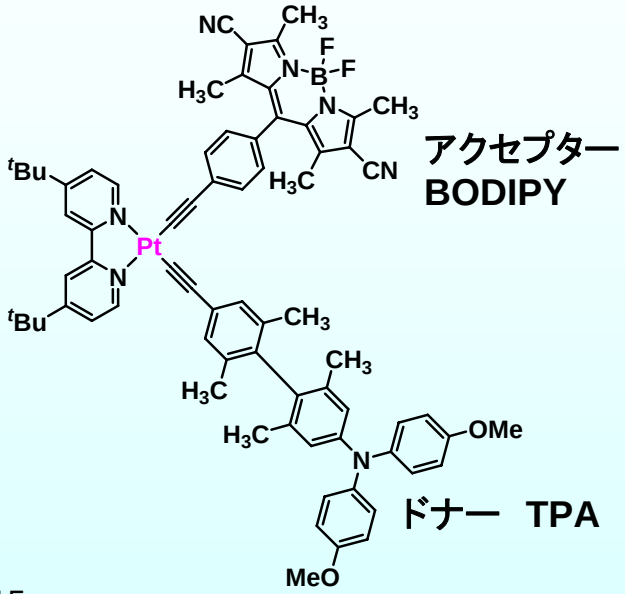
PTZ1-B-AQの吸収スペクトル(THF)



PTZ1-B-AQの過渡吸収スペクトル
寿命：1.2 μ秒 （THF)

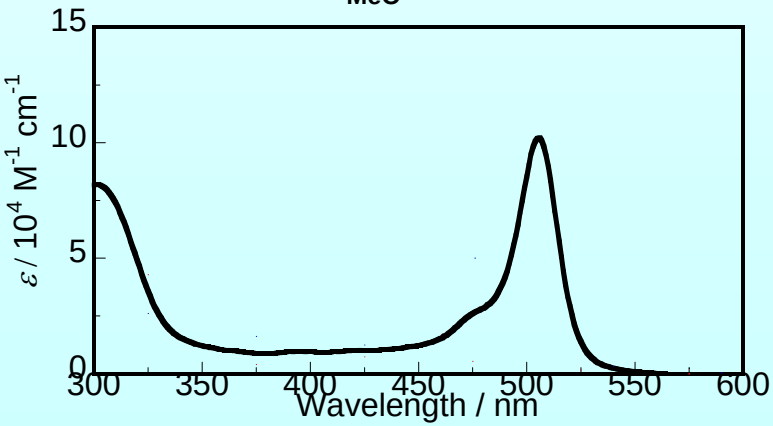
電荷分離状態長寿命化の探索

4） 室温燐光種Pt錯体の利用（重原子効果版）の使用

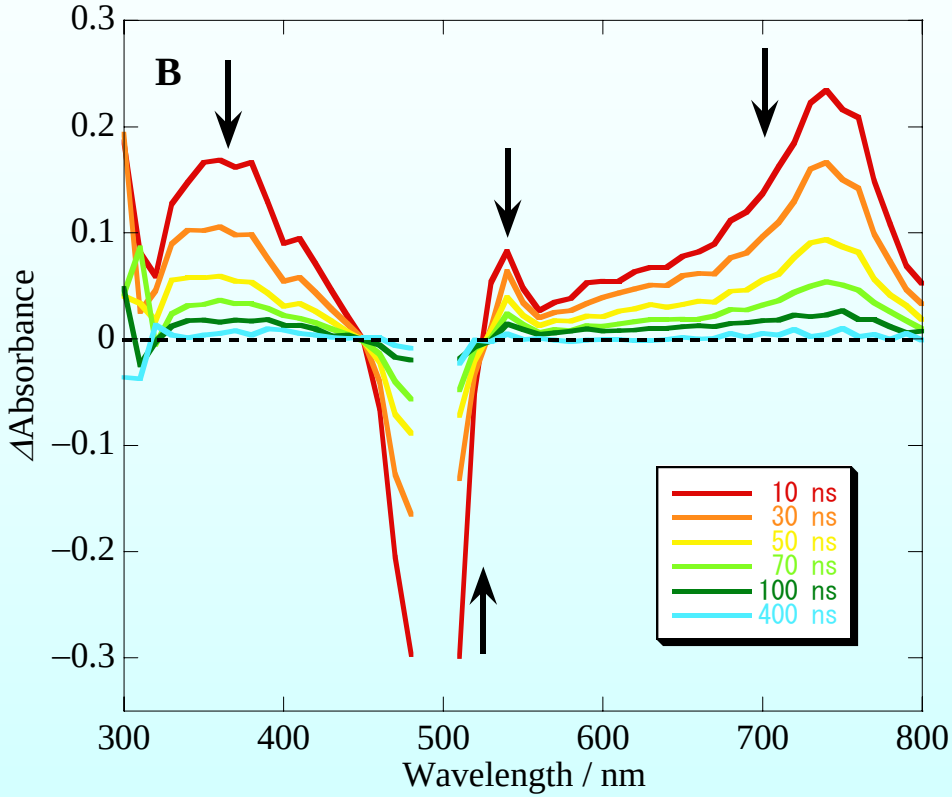


アクセプター
BODIPY

ドナー　TPA



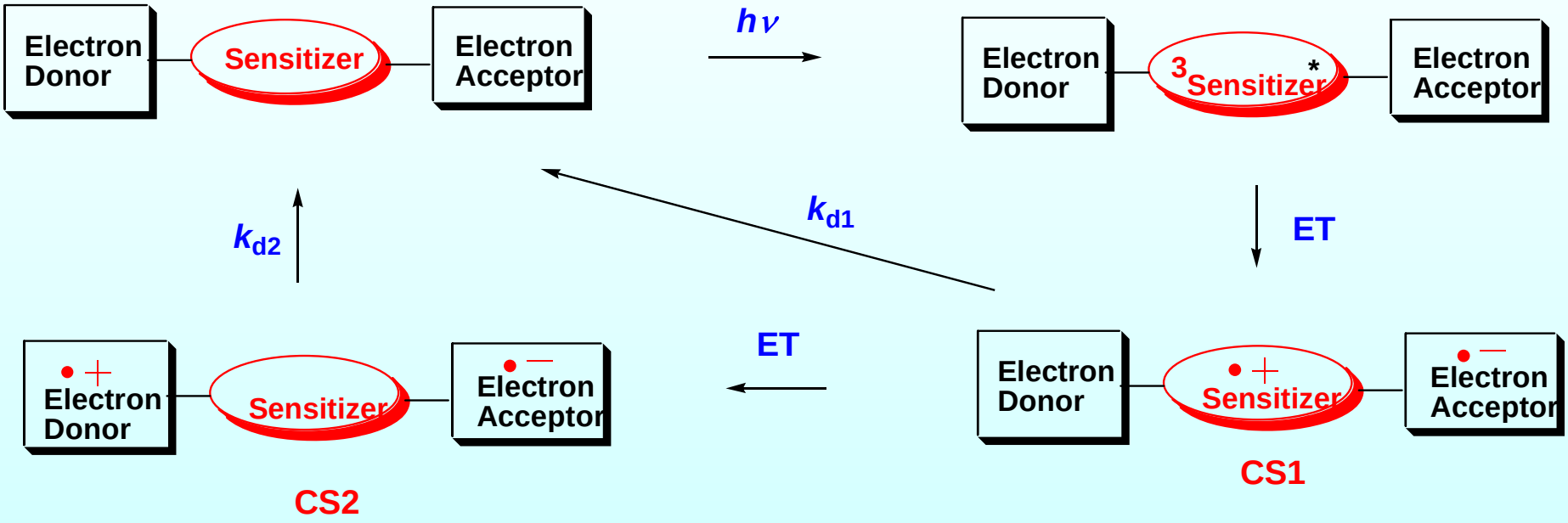
BODIPY－TPAの吸収スペクトル（THF)



BODIPY－TPAの過渡吸収スペクトル
寿命：50 ns

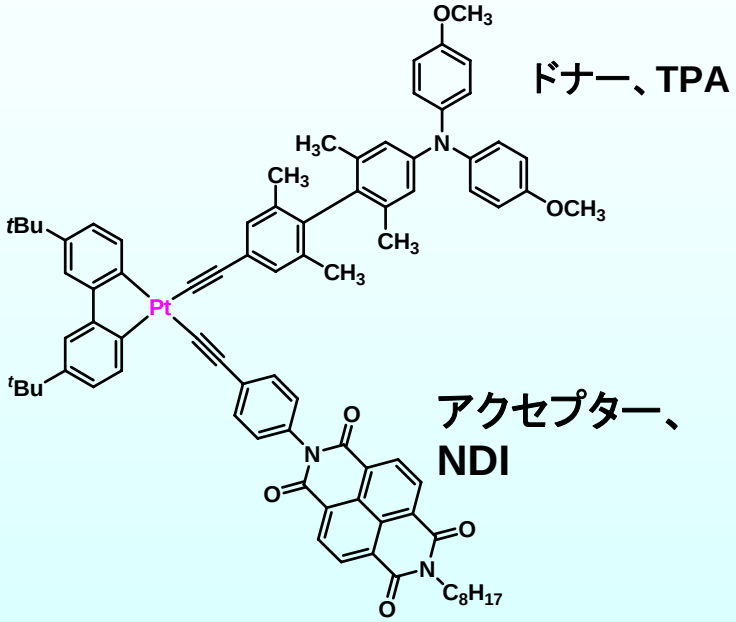
電荷分離状態長寿命化の探索

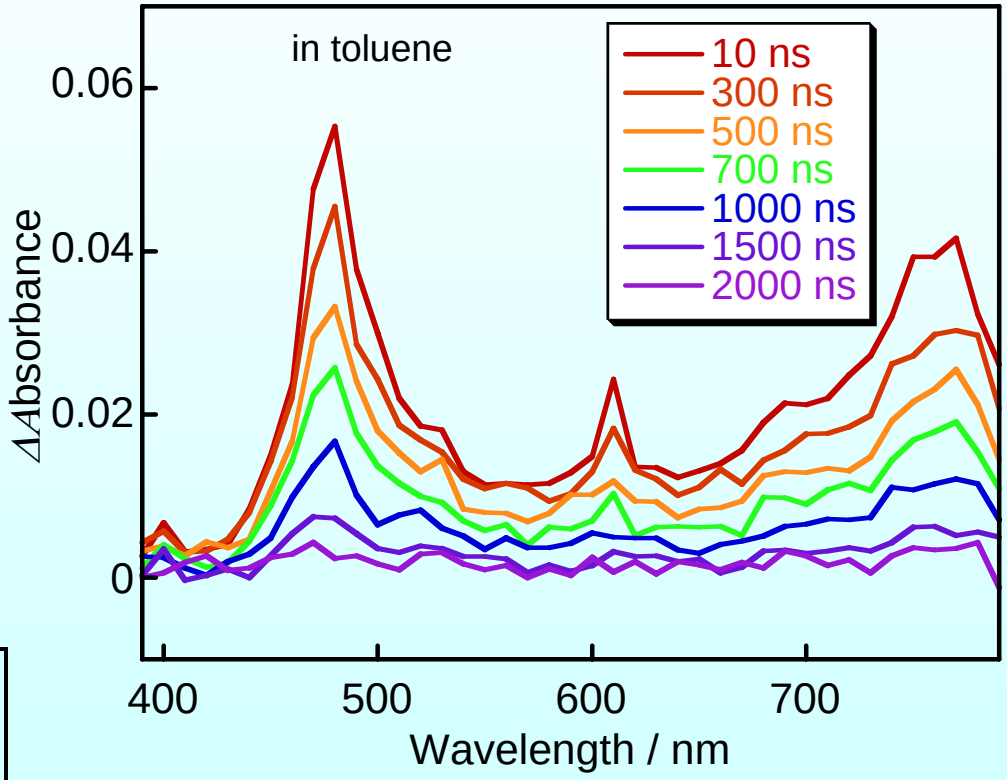
5） 室温燐光種Pt錯体の利用（光増感版）

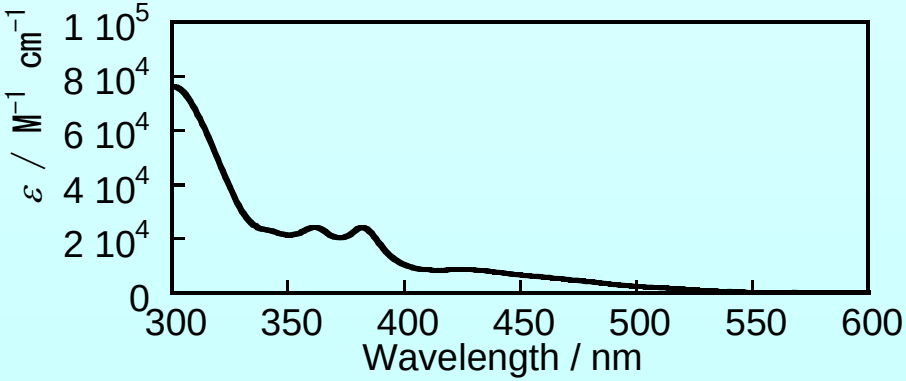


電荷分離状態長寿命化の探索

5） 室温燐光種Pt錯体の利用（光増感版）





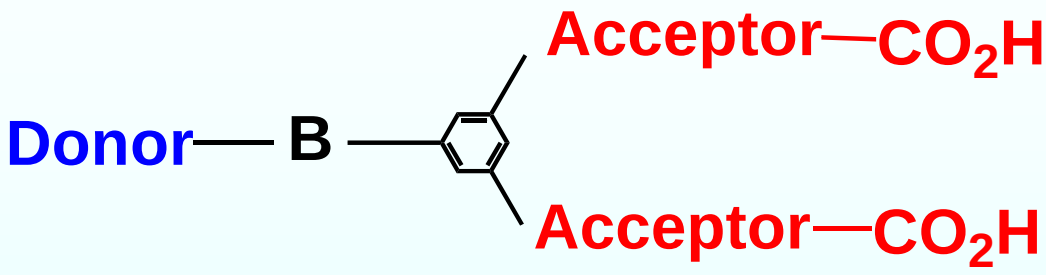


NDI-TPAの過渡吸収スペクトル（トルエン中）

寿命：839 ns (in toluene at rt)

寿命：60　μs (in MTHF at 90 K)

高効率太陽電池の開発に向けて



- アントラキノンの吸収の高強度化、広波長領域化（アミノアントラキノン誘導体）
- 室温三重項種の吸収の高強度化、広波長領域化
- 安価な室温燐光種の開発（Cu、Zn錯体等）
- 長寿命三重項種のアクセプター部位に極性官能基の導入

ご清聴ありがとうございました。