

100年の計

自動車など乗り物に使われる材料の未来トレンド

- ・ 2030年のクルマの先端材料技術
- ・ 基礎研究所・中央研究所の姿

Mastery for Service
Written by E. H. Bates
in Toronto, Canada Nov. 16, 1948.



関西学院大学 理工学部
先進エネルギーナノ工学科

教授 田中 裕久

はじめに (自己紹介)



GRC Keynote Sessionでの紹介
by Prof. Plamen Atanasov (UNM)
"Nano-science into the real world"
"Dreams come true"

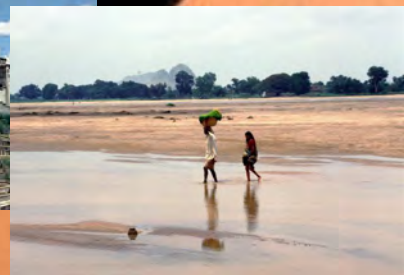
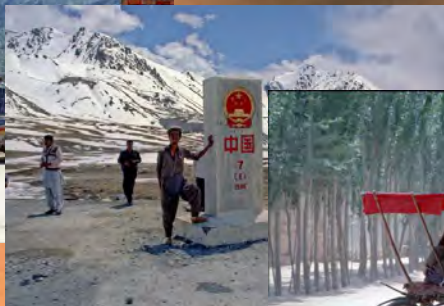
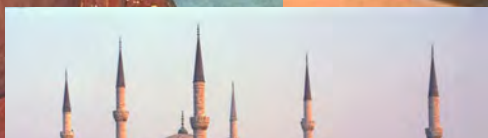
技術者(Player)としての空白の2年

- ・ 1987年 世界放浪
- ・ 2000年：材料開発室長(マネージング)

技術者(Player)としての空白の1年 (1987年)

問い：モノは人を幸せにするか？

Aporia(答えの見つからない問い)



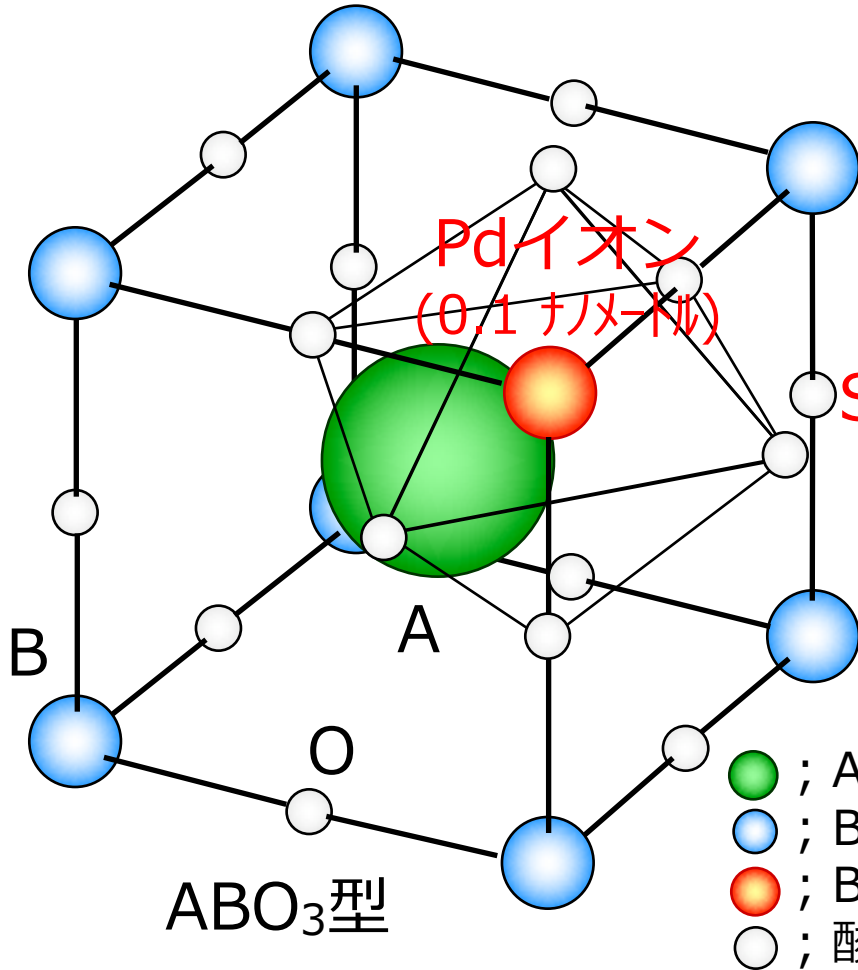
仮説：モノは人を幸せにする
モノ作りを続け30年後に仮説を振り返ろう

(仮説の証明) 走れば走るほど
まわりの空気が綺麗になるクルマの実現！

インテリジェント触媒(自動車排ガス浄化)

1993年に触媒学会で報告：「そんなことが本当にあったらいいですね」

ペロブスカイト型酸化物

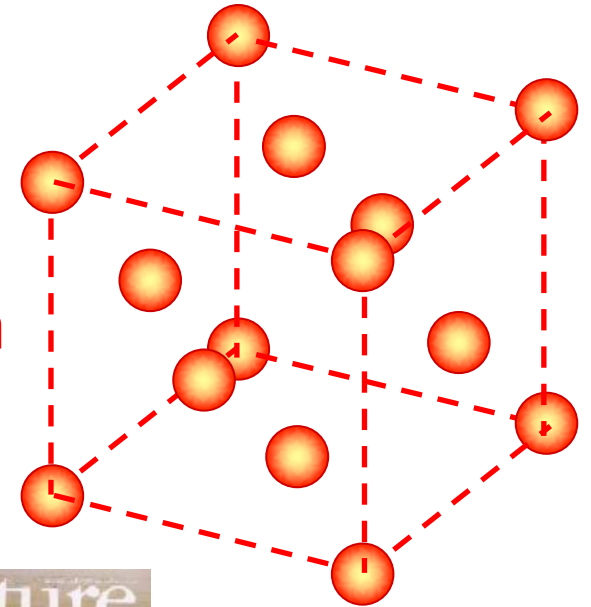


酸化(固溶)
Self-healing

自己再生機能
Self-regeneration

還元(析出)
Self-forming

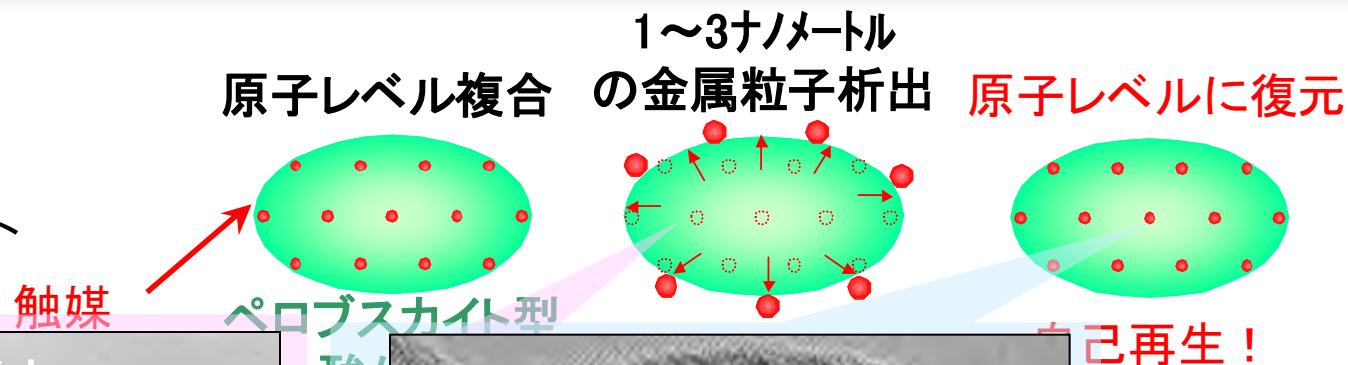
金属Pdナノ粒子
(1~3 ナノメートル)



Nature
Vol.418, pp.164-167
11 July 2002

世界初：貴金属が自分でリフレッシュする触媒

スーパー
インテリジェント
触媒

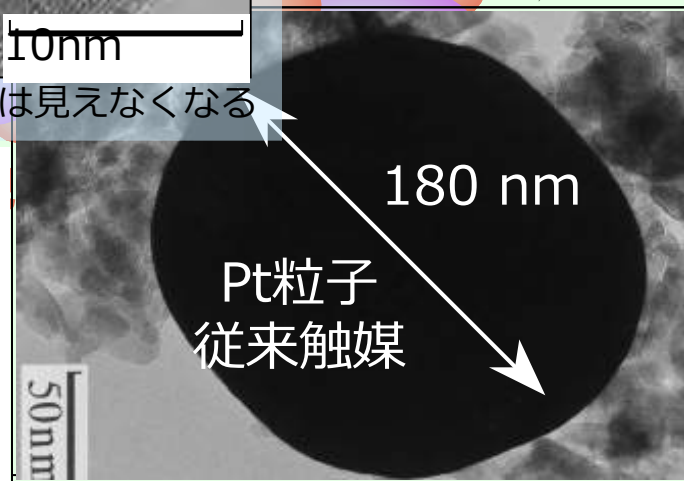


ナノ粒子として析出し、高い触媒性能

結晶格子中に還元し粒子は見えなくなる

酸化雰囲気

- 貴金属が使用環境で自らナノ粒子を形成
- 貴金属が自己再生し高活性を維持
- 貴金属使用量を大幅削減
- 6.5百万台のクルマに搭載



貴金属フリー液体燃料電池車 (FC凸DECK)

1. 白金フリー

2. 再生可能な液体燃料

ポリタンクで保管可能
既存インフラの利用
高エネルギー密度

3. 高出力

自動車・家庭用
ポータブル用電源

制作：ダイハツ、撮影協力：RIKEN, JASRI & JAEA



石油や貴金属資源を使わない 燃料電池車の実現！（開発中）

20世紀の生活は化石エネルギーが担い
環境技術は貴金属資源が支えてきた

その産出国は侵略や人種差別にさらされて来た
世界のどこでも作れる電気とユビキタス元素で
今まで同様に便利で、CO₂を排出しないクルマ
資源に関わる紛争を止めることにつながれば
(仮説の証明)

SPring-8

貴金属を使わない
新規燃料電池自動車の開発

田中 裕久 氏

ダイハツ工業株式会社
開発部
エグゼクティブ・テクニカル・エキスパート

ご参考：スプリング8 研究者インタビュー

<https://www.youtube.com/watch?v=tl1BPBTT2Pk&feature=youtu.be>

3つの革命的科学技术分野

**革命的分野
(神の創造物)**

**科学
(解明)**

**技術
(操作)**

生命・遺伝子

ライフ・サイエンス

バイオ・テクノロジー

精神・知覚

サイバネティックス














**インフォメーション
テクノロジー**

物質・量子

マテリアル・サイエンス

ナノ・テクノロジー

乗り物を中心とした過去トレンド

年		B.C.	B.C.	A.D.	1000	1800	1900	1980	2000	
項目		20000	2000	7						
交通全般	海外	人と動物を動力源とした交通手段				多様な動力源の発明による交通手段の革命		量産・大衆化の実現からモータリゼーションの進展	高速化・フュージョン化・高性能化	安全・省エネ・環境への配慮
		<ul style="list-style-type: none"> ○死者運搬用の荷車(メソポタミアB.C.3500) ○馬車(メソポタミアB.C.3000) ○農耕用牛車(エジプトB.C.2050)  <ul style="list-style-type: none"> ○世界初の自動車(オランダ1599) ○ゼンマイ式自動車の発明(ドイツ1648) ○鉄道の基本足回り技術完成(イギリス1760) ○ワット蒸気機関の発明(イギリス1765) 	<ul style="list-style-type: none"> ○世界初の蒸気機関車走行(イギリス1804) ○足蹴り自転車の発明(ドイツ1813) ○世界初の鉄道開業(イギリス1825) ○蒸気エンジンバス運行開始(イギリス1825) ○馬車の定期運行開始(イギリス1829) 	<ul style="list-style-type: none"> ○世界初の自動車レース開催(フランス1894) ○空気入りタイヤの登場(1894) ○T型フォード生産開始(アメリカ1908) ○第1回ルマン24時間レース(フランス1923) ○VWビートル(1938) ○ベンツ300SLR(直噴エンジン1954) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ソーラーカー-豪州横断(1983) ○世界初のソーラーカーレース(スイス1985) ○燃料電池自動車(ベンツ NECAR(ドイツ1994)) ○燃料電池バス(ベンツ NEBUS(ドイツ1997)) 					
	陸	<ul style="list-style-type: none"> ○ホーク型車輪を使用した荷車の発明(西ヨーロッパB.C.2000) ○ヘアリング構造の発明(西ヨーロッパ) ○快速郵便馬車の発明(ローマB.C.100) ○牛車(インド) 	<ul style="list-style-type: none"> ○風力自動車の発明(オランダ1599) ○世界初の蒸気機関車走行(イギリス1804) ○足蹴り自転車の発明(ドイツ1813) ○世界初の鉄道開業(イギリス1825) ○蒸気エンジンバス運行開始(イギリス1825) ○馬車の定期運行開始(イギリス1829) ○ペダル式自転車の発明(イギリス1839) ○世界初の2人乗り電気自動車誕生(イギリス1839) ○4サイクルエンジン発明(ドイツ1861) ○ロンドンで地下鉄開業(1863) ○ダイヤモンドによる世界初のガリオン自動車誕生(ドイツ1883) ○デーゼルエンジンの発明(フランス1893) ○電気自動車によるサービス開始(イギリス1897) ○戦車の発明(イギリス1916)  	<ul style="list-style-type: none"> ○ライト兄弟飛行機の発明(アメリカ1903) ○戦機(ドイツ1915) ○飛行機による世界一周成功 ○ジェットエンジンの発明(フランス1893) ○電気自動車によるサービス開始(イギリス1897) ○戦車の発明(イギリス1916) ○スポーツニク打上げ成功(ソ連1957) ○有人宇宙飛行成功(ソ連1961) ○ジェミニ5号燃料電池搭載(アメリカ1965) ○アポロ11号月面着陸(アメリカ1969) ○ジャンボジェット機就航(1970) ○コンコルド就航(超音速)(1977) ○スペースシャトル初打上げ(アメリカ1981)  						
	海・空	<ul style="list-style-type: none"> ○小型船(エジプトB.C.5000) ○大型船(約45m)(エジプトB.C.1500) 	<ul style="list-style-type: none"> ○シャルルの水素気球(フランス1783) ○飛行船の発明(フランス) 	<ul style="list-style-type: none"> ○国内初の蒸気機関車走行(1855) ○長距離荷車開通(東京～大阪) ○乗合馬車運行開始(江戸～横浜)(1867) ○東海道線開通(新橋～神戸)(1889) ○路面電車開通(1900) ○自転車メーカー多数開業(1900頃) ○日本発の電気自動車走行(1900) ○国産初の蒸気乗合自動車完成(1904) ○発動機製造設立(1907) ○日本初の飛行機(1910) ○地下鉄開業(上野～浅草)(1927)  	<ul style="list-style-type: none"> ○第1回全日本自動車ショー(1954) ○国産本格乗用車(クラウン1955) ○ミゼット(1957) ○新幹線(1964) ○名神開通(1965) ○水素エンジン車公開(武蔵工大1979) ○トヨタ、ハイブリッドカー発売(プリウス1997) ○OVITZ(1999)  					
国内	<ul style="list-style-type: none"> ○牛車(1000) ○大八車(1657) ○飛脚(1663) ○かご(1700) 	<ul style="list-style-type: none"> ○人力車(1870) 	<ul style="list-style-type: none"> ○国内初の蒸気機関車走行(1855) ○長距離荷車開通(東京～大阪) ○乗合馬車運行開始(江戸～横浜)(1867) ○東海道線開通(新橋～神戸)(1889) ○路面電車開通(1900) ○自転車メーカー多数開業(1900頃) ○日本発の電気自動車走行(1900) ○国産初の蒸気乗合自動車完成(1904) ○発動機製造設立(1907) ○日本初の飛行機(1910) ○地下鉄開業(上野～浅草)(1927) 	<ul style="list-style-type: none"> ○第1回全日本自動車ショー(1954) ○国産本格乗用車(クラウン1955) ○ミゼット(1957) ○新幹線(1964) ○名神開通(1965) ○水素エンジン車公開(武蔵工大1979) ○トヨタ、ハイブリッドカー発売(プリウス1997) ○OVITZ(1999) 						
社会情勢	海外	<ul style="list-style-type: none"> ○アメリカ大陸発見(1492) 	<ul style="list-style-type: none"> ○燃料電池原理発明(イギリス1764) ○産業革命(イギリス1839) 	<ul style="list-style-type: none"> ○米自動車生産台数 EV: 1575台 蒸気: 1684台 ガリオン: 936台(1900) ○第二次世界大戦(1939～45) ○ラルフネーダーによる欠陥車摘発(アメリカ1965) ○マスキー法(大気浄化法)(アメリカ1970) ○Step II 排ガス規制(欧1992) ○ステージ I (欧1993) 	<ul style="list-style-type: none"> ○高度経済成長 ○東京オリンピック開催(1964) ○人口1億人(1966) ○大阪万国博覧会開催(1970) ○「人類の進歩と調和」 ○ダイハツ電気自動車300台提供 ○オイルショック(1973) ○軽規格制定(1949) ○軽550cc(1976) ○軽660cc(1990) ○軽新規格(1998) 					
	国内	<ul style="list-style-type: none"> ○大陸へ使いを送る(57) ○仏教が伝わる(538) ○遣隋使を派遣(607) ○駅馬・伝馬制度(647) 	<ul style="list-style-type: none"> ○城下町が発達・貨幣の流通 ○鉄砲伝来、キリスト教伝来(1549) ○朝鮮を侵略(1592) ○鎖国令(1641) ○工場制手工業が始まる 	<ul style="list-style-type: none"> ○ペリーの来航(1853) ○日米修好通商条約を結ぶ(1858) ○郵便制度開始(1871) ○日清戦争(1894) ○日露戦争(1904) ○重工業中心に産業革命 ○日中戦争(1937～45) ○軽規格制定(1949) ○軽550cc(1976) 	<ul style="list-style-type: none"> ○高度経済成長 ○東京オリンピック開催(1964) ○人口1億人(1966) ○大阪万国博覧会開催(1970) ○「人類の進歩と調和」 ○ダイハツ電気自動車300台提供 ○オイルショック(1973) ○軽規格制定(1949) ○軽550cc(1976) ○軽660cc(1990) ○軽新規格(1998) 					
自動車のエピソード	<ul style="list-style-type: none"> ○「走る車をおさえるように湧き起こる怒りをおさえる人ー彼を我々は「御車」と呼ぶ。」釈迦の説法(タンマバタ222節) 				<ul style="list-style-type: none"> ○電気自動車、婦人に人気 ○油やスドレスが汚れない(19世紀末) ○機械文明賛美 ○疾走する自動車はサモトラケのニケよりも美しい(マリネッティ(未来派宣言 1909)) ○「あなたがロールロイスを運転している時、一番うるさいのはあなたの時計です」(ロ-ランス ホ-ロイ(シルバークラウ)の紹介記事) ○通産省国民車構想(4人乗、100km/h、25万円)(1955) ○トヨタパブリカ(1961) ○マイカー元年 ○「となりの車が小さく見えます」1100CCカローラ(1966) ○プリウス(1997) ○21世紀に間に合いました 					

100年の計

- 過去の歴史よりも未来の世界がどうなるか知りたい (3年生の学生)

空間

目の前

頭の後ろ

前進

後退

時間

3日前

明後日

the day **after** tomorrow

一昨日

10年後

the day **before** yesterday

ten years **after**



“温故知新”



過去20,000年の歩み

100年の計

クルマにとって大きな変化点

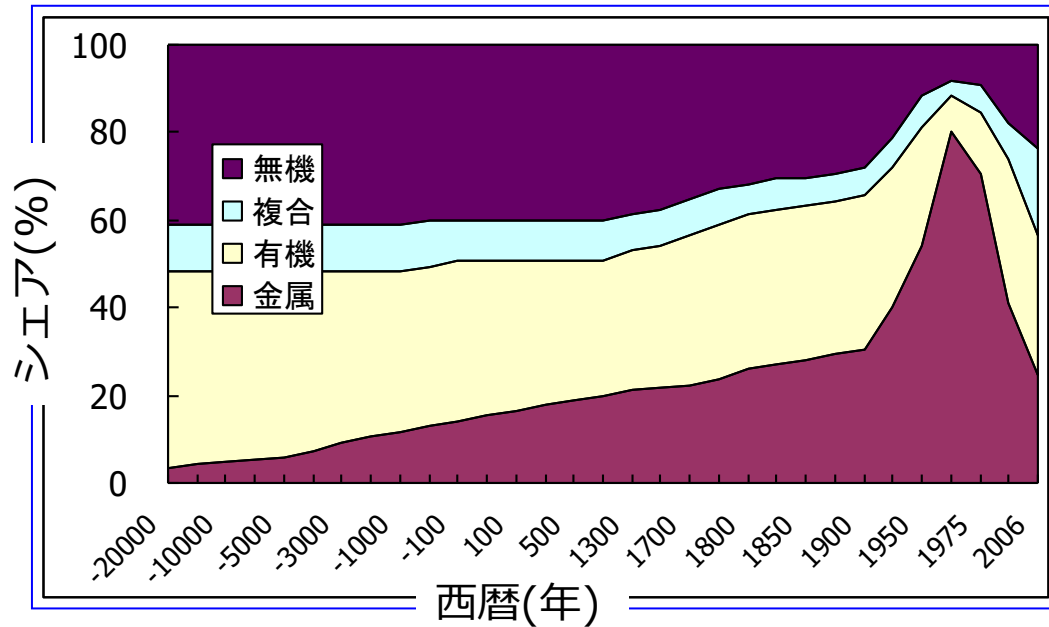
1. 自動運転：ぶつからない

自動化レベル	概要	実現するシステム	
レベル 1	加速・操舵・制御のいずれかを自動車が行う状態	安全運転支援システム	
レベル 2	加速・操舵・制御の複数の捜査を自動車が行う状態	準自動走行システム	自動走行システム
レベル 3	加速・操舵・制御の全てを自動車が行い、緊急時のみ運転者が対応する状態		
レベル 4	加速・操舵・制御の全てを運転者以外が行い、運転者が全く関与しないシステム		

2. 大容量エネルギー(電動化)：CO₂を出さず、静か

センサ・認識・情報処理・通信・制御
バッテリー・スイッチング素子・パワーエレクトロニクス
など、数多くの材料開発のテーマが期待されるが・・

全自動運転がもたらすもの



金属材料：大きさ・強さへの憧れ
木材から鉄へ
建築と造船の規模拡大

1963年をピークに金属材料から
プラスチックに転換

車両重量半減
安くて身近な材料

背景 自動車だけが完全に時代から取り残されて来た
全自動運転による衝突しないクルマ
軽いほど運動性能良好 衝突回避も有利

- ◆ハード&ヘヴィボディからソフト&ライトボディへの転換
- ◆木骨(CO₂の固定化)など天然素材の有効利用とリサイクル
- ◆エコプラスチック (自然から生まれて自然に帰る素材)

* 社会浸透加速にはレトロフィット全自動運転システムの認可がKey

Morgan (木骨ボディ構造)



Morgan 4/4 795kg
cf. BMW 320i 1,500 kg

写真引用 <https://www.morgan-motor.co.uk/media-centre-item/factory-craftsmen/>

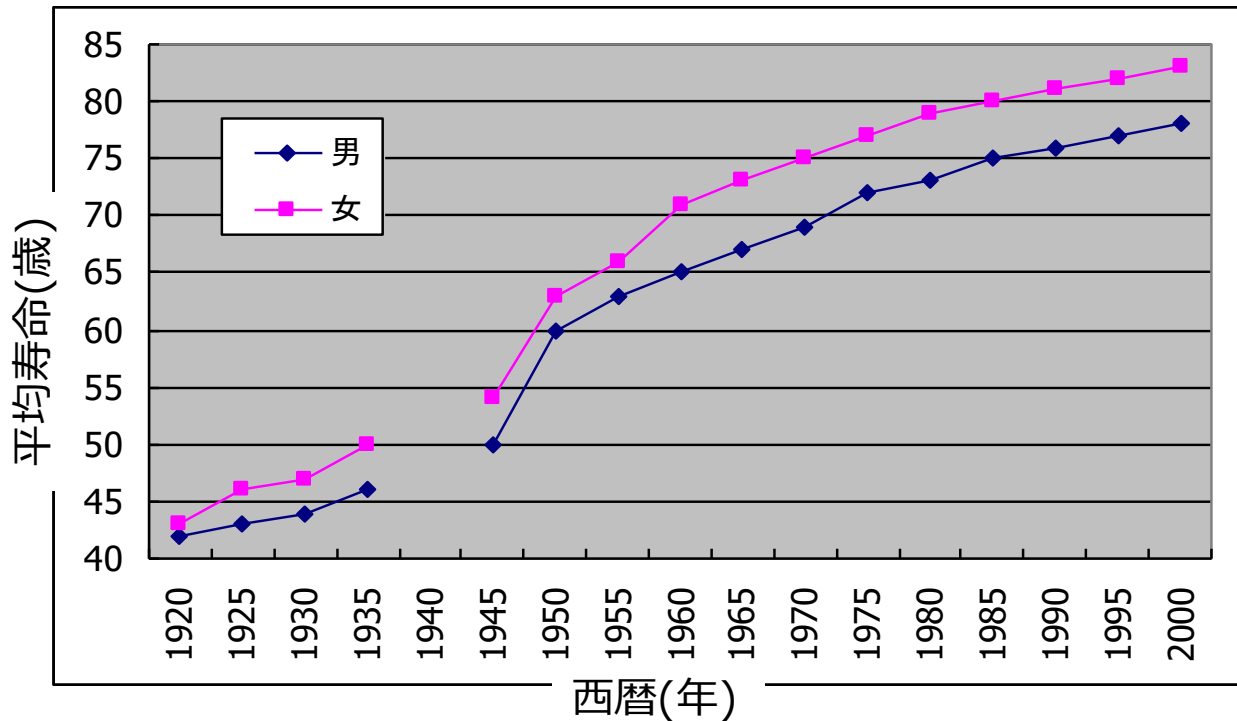
大容量エネルギー(電動化) がもたらすもの

CO₂を出さず、静か ⇨ V2HからV=Hへ

- ・クルマの中で生活する時間が増える ⇨ Life in Vehicle
- ・ビッグデータ管理社会 ⇨ プライバシーの確保




クルマは人を幸せにする？



日本人の平均寿命
1900年： 40歳
2000年： 80歳
2050年： 100歳
2100年： 120歳

背景 日本人の平均寿命は100歳を突破

健康意識は身体からメンタルヘルス(精神・こころ)へ

- ◆クルマに乗ると凶暴になる  心が落ち着く
- ◆晴れ晴れするクルマ・安らぎ・家族のコミュニケーション
- ◆走れば走るほど健康になるクルマ：ビークル・セラピー

それらの反動：車らしさへの回帰

Keywords

走れば走るほど○○になるクルマ

クルマの持つバイオレンス
カーレース：全自動 vs. ヒューマン

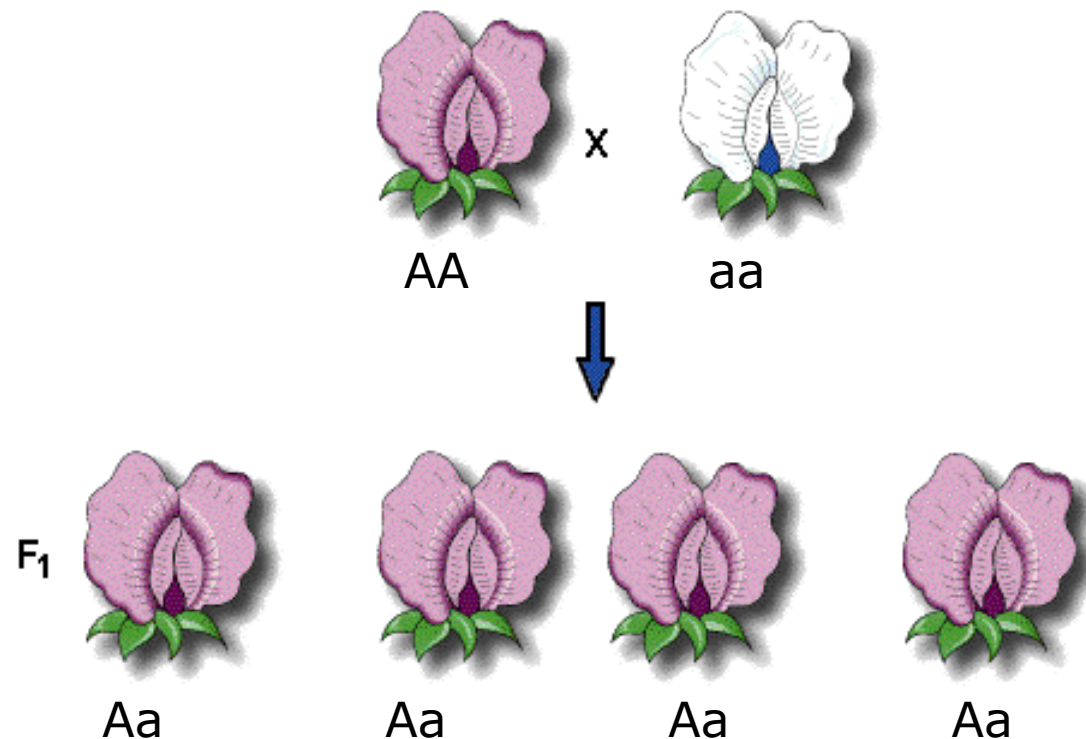


写真引用 <https://www.redbull.com/jp-ja/the-roborace-robocar-is-coming>

写真引用 <http://motorz.jp/car/6106/>

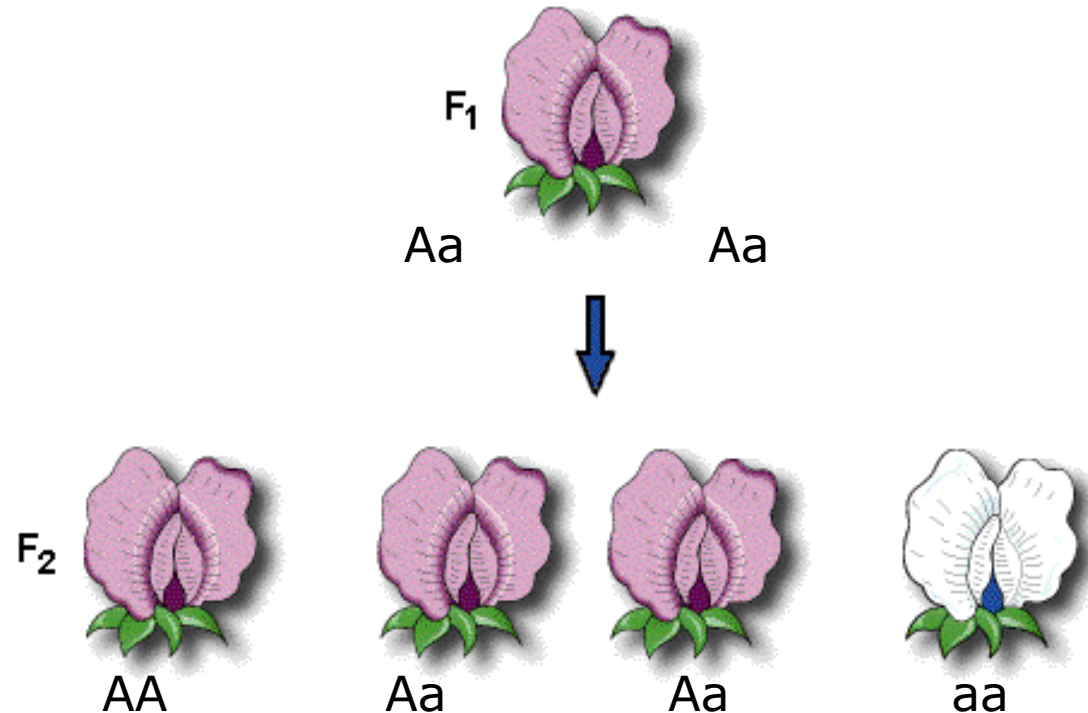
研究開発とメンデルの遺伝の法則

対立形質を持つ2つの純系の植物を交雑する実験。
紫色の花を咲かせる植物と白い花を咲かせる植物
(P世代 : parental generation) を交雑させると、
全ての子 (F1世代 : first filial generation) は紫色の花。



研究開発とメンデルの遺伝の法則

F2世代 (second filial generation) は、F1世代の交雑や、自家受粉により作る。F2世代では705の紫色の花、224の白色の花を咲かせる植物が得られた。白色の花の遺伝因子はF2世代に再び出現、F1世代で失われたのではない。紫色の花と白色の花の出現頻度は $705:224 = 3.15:1$ 、整数にするとほぼ3:1。このようにメンデルは常に標本の数を多数取り、それを数量的にあつかった。



遺伝荷重

現在の環境条件での優性遺伝：AAとAa

現在の環境条件での劣性遺伝：aa

適応に優れたAAとAaが10,000で
aaが1とすれば1/10,000の荷重

AAとAaが3でaaが1とすれば
1/3の荷重となりこの種族は消滅

環境変化

劣性遺伝子に
新環境適合の
可能性を期待

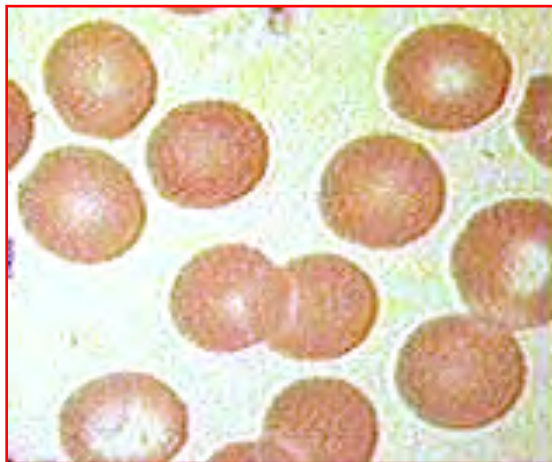
遺伝荷重が小さすぎると未来に期待できない

意思を持たない(と思われる)植物にも備わっている「種の保存」のシステム

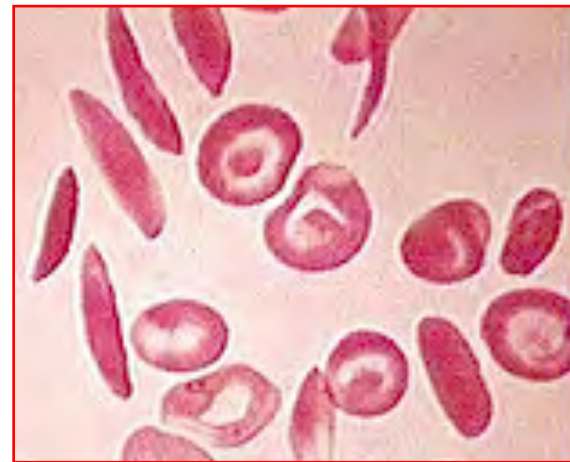
地中海貧血(サラセミア)とマラリア感染

異常なタイプのヘモグロビンによって起こる鎌状赤血球は、常染色体上で劣性遺伝します。ヘモグロビンSが片方の親からのみ受け継がれた場合には、子には鎌状赤血球形成傾向があり、ふつう症状は現れない。この疾患には感受性の人種があり、主にアフリカ出身者を先祖に持つ人に現れ、アフリカ系アメリカ人では400人に1人の割合で見られる。全体として100,000人に4~8人の割合で起こる。慢性貧血症を起こし、溶血発作（赤血球が破壊される）または無形成発作（骨髄が血球を作れない）が起こるときには生命の危険を伴う。脱水、感染、低酸素に会うと、これらの赤血球は鎌状になり、赤血球の破壊と血液の濃化を起こす。

サラセミア血球は特に熱帯熱マラリア感染に対して抵抗性があるため、その流行地ではヘテロ接合体の幼児は寧ろ選択的に生き残るという恩恵に浴する。マラリアは地球上で最大の疫病で、毎年100万人以上の幼児が現在でも命を落としている。



球状赤血球



鎌状赤血球