

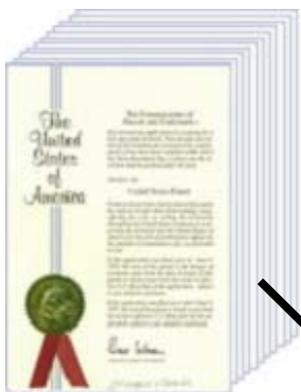
未来の技術システムの予測 TRIZの活用

ボリース・ズローチン, TRIZマスター
Ideation International Inc

第5回日本TRIZシンポジウム2009

和訳: 黒澤 慎輔((学)産業能率大学)

アルトシュューラにより開始・先導され 多数の科学者と開発者を巻き込んできた 60年を超える歴史



世界中の200万
件以上の特許



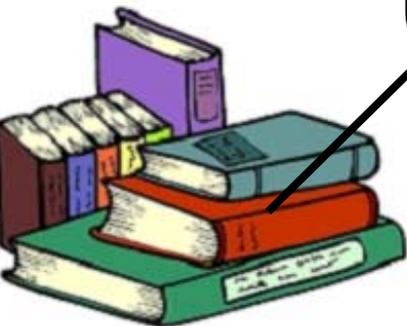
何千人という科学者、
発明家、技術者、経営
者、ビジネスマンの実
践経験

**Theory of Inventive
Problem Solving
TRIZ**



TRIZを使った数千件の
問題解決実績からの
フィードバック

技術、科学、社会、事業、経営、芸術、
言語など様々な分野のシステムの進化
の歴史



進化の時代区分と未来のマネージメント



全ての共同体(国、組織、企業など)と個人の大多数は自分の将来を自分で決める可能性を持つ。



政治・経済のリーダー、経営者、良い教育を受け、高い才能を持った人々だけが自らの運命を決めることができる。

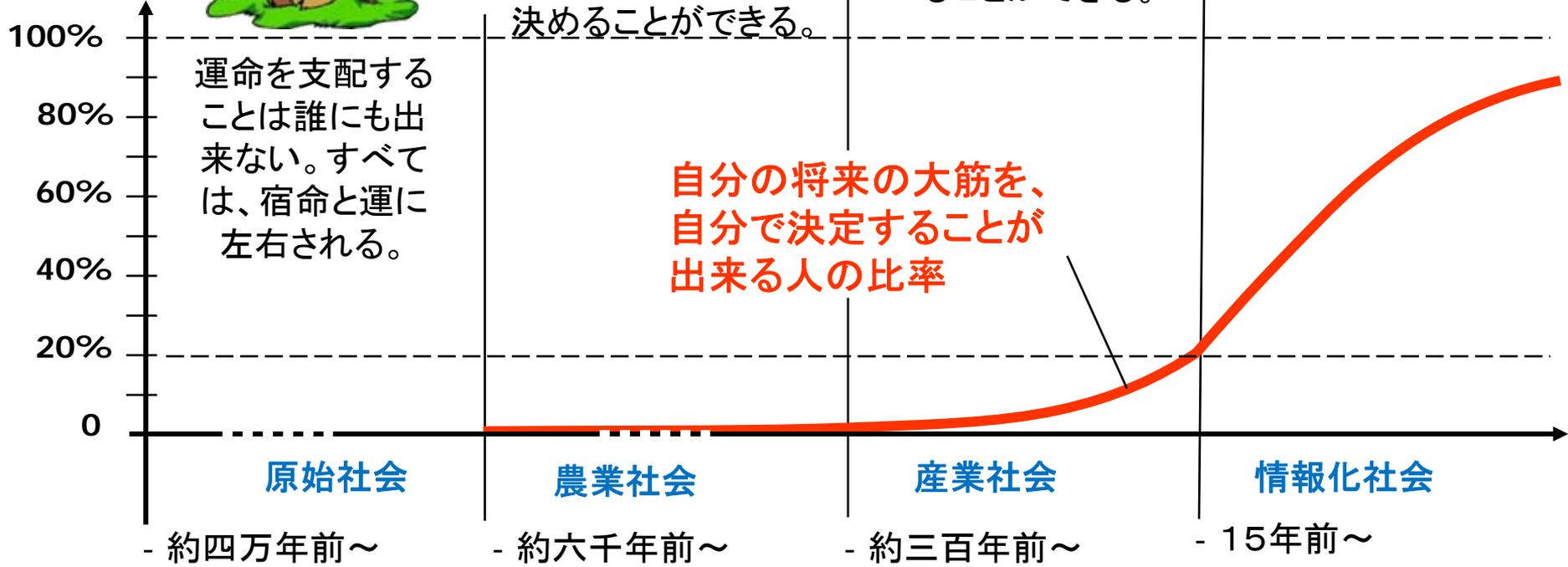


最強の国や軍隊の支配者、あるいは、ごく限られた貴族や司祭だけが自らの運命を決めることができる。



運命を支配することは誰にも出来ない。すべては、宿命と運に左右される。

運命論が将来を考える際の基調となっていた



Ideation社のイノベーション・マネジメント体系

Directed Evolution®

次世代以降の将来の技術システムを戦略的に発展させてゆくために用いる体系的な方法



不具合分析 (FA)

システムで発生している原因不明の不具合や不都合の原因を究明し、タイムリーに対策を講じるために用いる体系的なプロセス

不具合予測 (FP)

システムに関連する、すべての危険あるいは有害な事態を事前に予測し、未然に防止するために用いる体系的なプロセス

Anticipatory Failure Determination

Management of Intellectual Property

知財の価値を高め、侵害や迂回などから保護するために用いる体系的な方法

Inventive Problem Solving

IPS

性能・品質の向上、コスト削減など、現行の製品・技術の改良、次世代システムの開発等に係わる難問を解決するために用いる体系的なプロセス

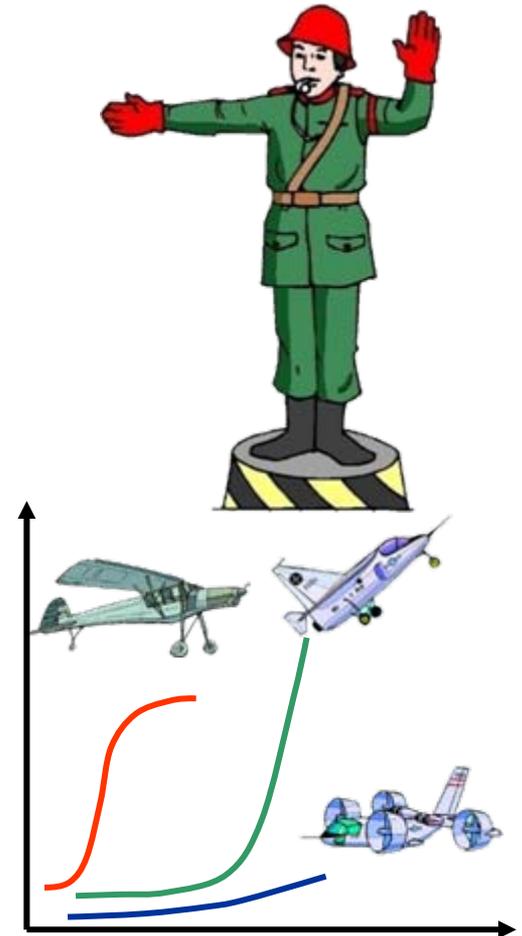
問題解決 と Directed Evolution (DE)

- 発明問題解決プロセス (IPS) = 外部で発生するニーズに応える、受身の姿勢で技術システムを進化させるアプローチ
- DE = 技術システムの世代交代を能動的に主導することを通じて、既存システムに原理的に内在する問題の大半を回避しようとするアプローチ

DEの目的: 将来の様々な可能性を、タイムラインに沿って包括的に描いたシナリオ群を作成し、それに基づいて技術システムとそれに対応する事業システムを逐次計画し開発してゆくことを通じて、
持続的な競争優位を確立する

Directed Evolution®

- システムの将来の複数世代それぞれの姿を、合理的に予測する体系的なプロセス、と
- システムの進化の可能性を網羅的なシナリオ群として描き出す体系的アプローチ。以下を対象とする：
 - 製品／サービス／プロセス
 - 技術
 - 組織構造
 - 産業
 - 市場



究極のシステム - DEの目標

製品の歴史を調べてみても、時代に抜きこんでた性能を持っていて、通常の期間をはるかに超えて、大成功をおさめた製品は数えるほどしかありません。このようなシステムを私たちは "*Perfect*" (完璧な)あるいは "*Consummate systems*". (究極のシステム)と名づけています。



シンガーミシン



フォルクスワーゲン



DC-3 (2006年6月・現役)



カラシニコフ銃



市場の竜巻"Tornado" – DEの目標

- 密閉式油ランプ 1840発明
- 灯油 1855発明
- 世界初の油井 1859掘削



石油ランプにより人が働ける時間が増加
労働力が25-30%増加したのと同じ効果

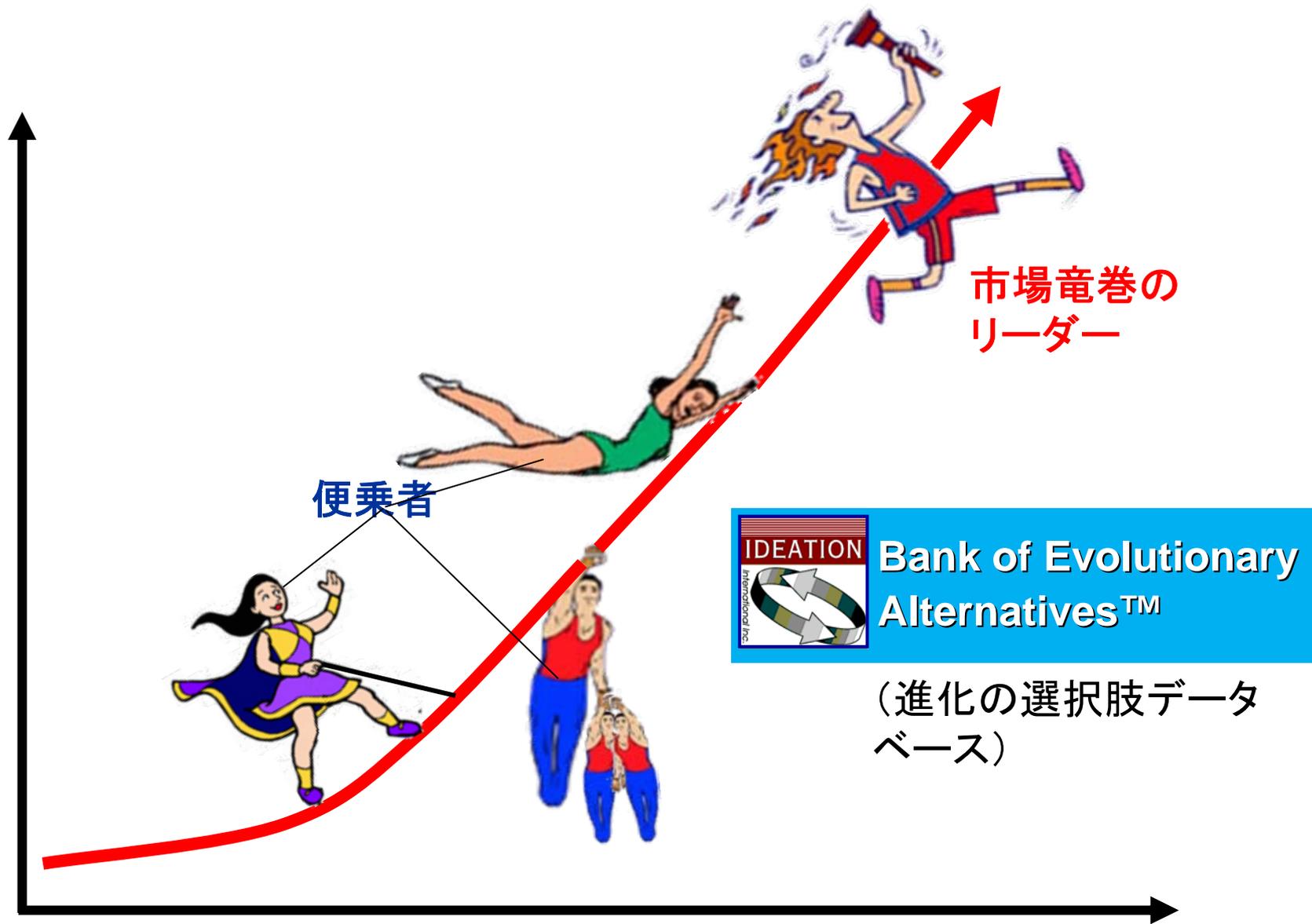


現代的なアメリカ
企業

WWW.COM



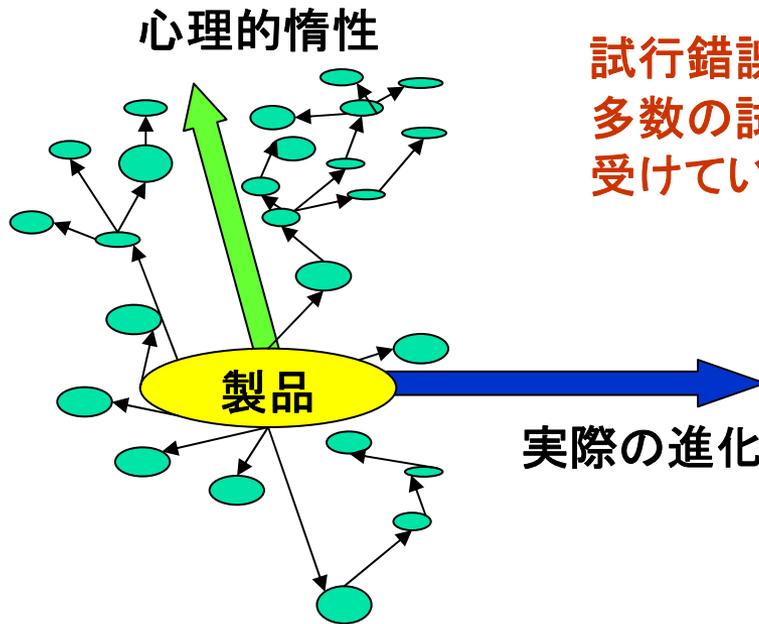
市場の竜巻に便乗することが成功への道



DEに至る歴史

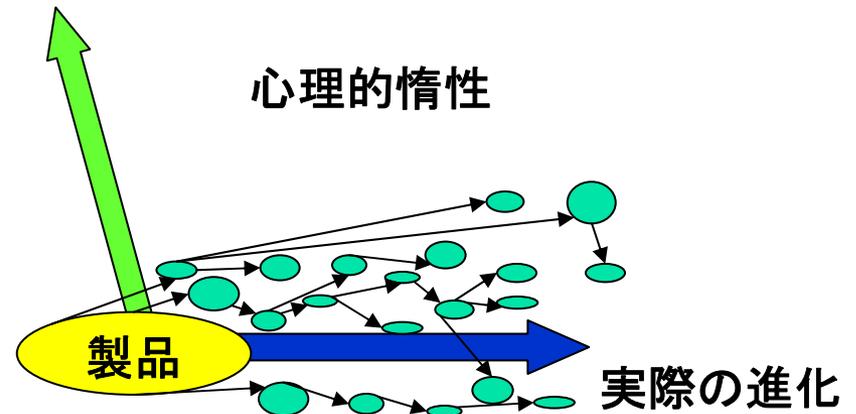
- 一般的技術予測 (1950年代)
 - 各種システムの将来の特性値を確率論的モデルで予測
- TRIZによる予測 (1970年代)
 - 次世代の製品または技術を開発するアイデアを得るために、一部のTRIZツールを使用する
 - AFD=不具合予測 (1980年代)
 - 進化の過程であるいはその結果として生じる可能性のある不都合な事態を予測し回避するために、一部のTRIZツールを使用する
- Directed Evolution (1990年代)
 - システムを**肯定的**な進化のシナリオ群を網羅的に得るために、TRIZのツール「進化のパターン/ライン」を大々的に使用する

進化の観点からのアプローチと伝統的試行錯誤法



試行錯誤: 従来のやり方では、大多数の試行は心理的惰性の影響を受けているため、失敗に終る。

進化の観点からのアプローチ: 進化のパターンに沿って試行を行なうため、大多数の試行が肯定的な結果に結びつく。

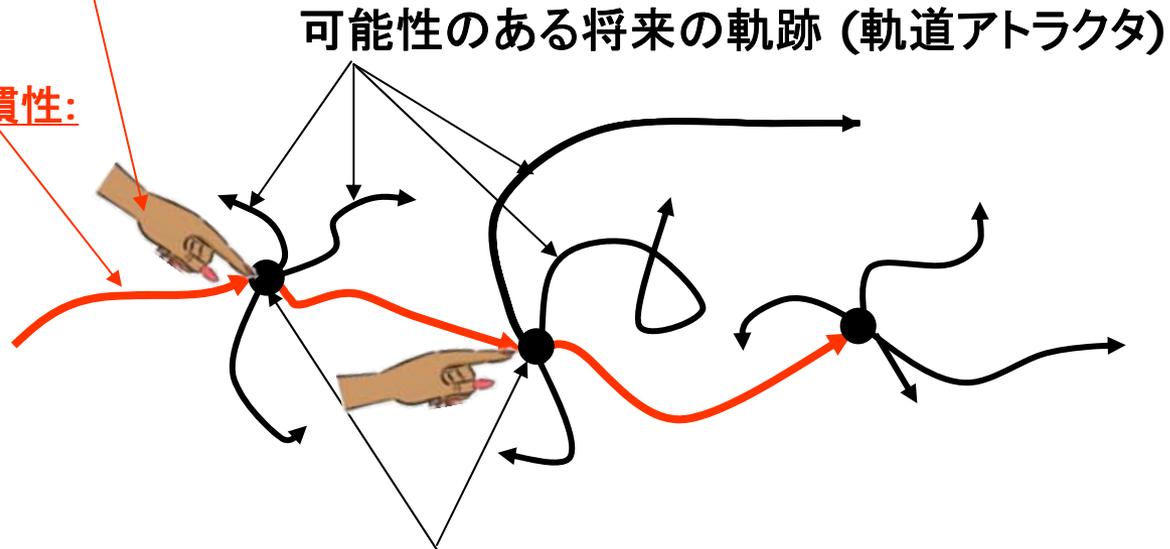


どのようにして進化を制御するか？

進化過程のクライシス点でシステムに影響を与える

既に開始した進化の慣性:

- 予測は容易
- 変化させることは困難



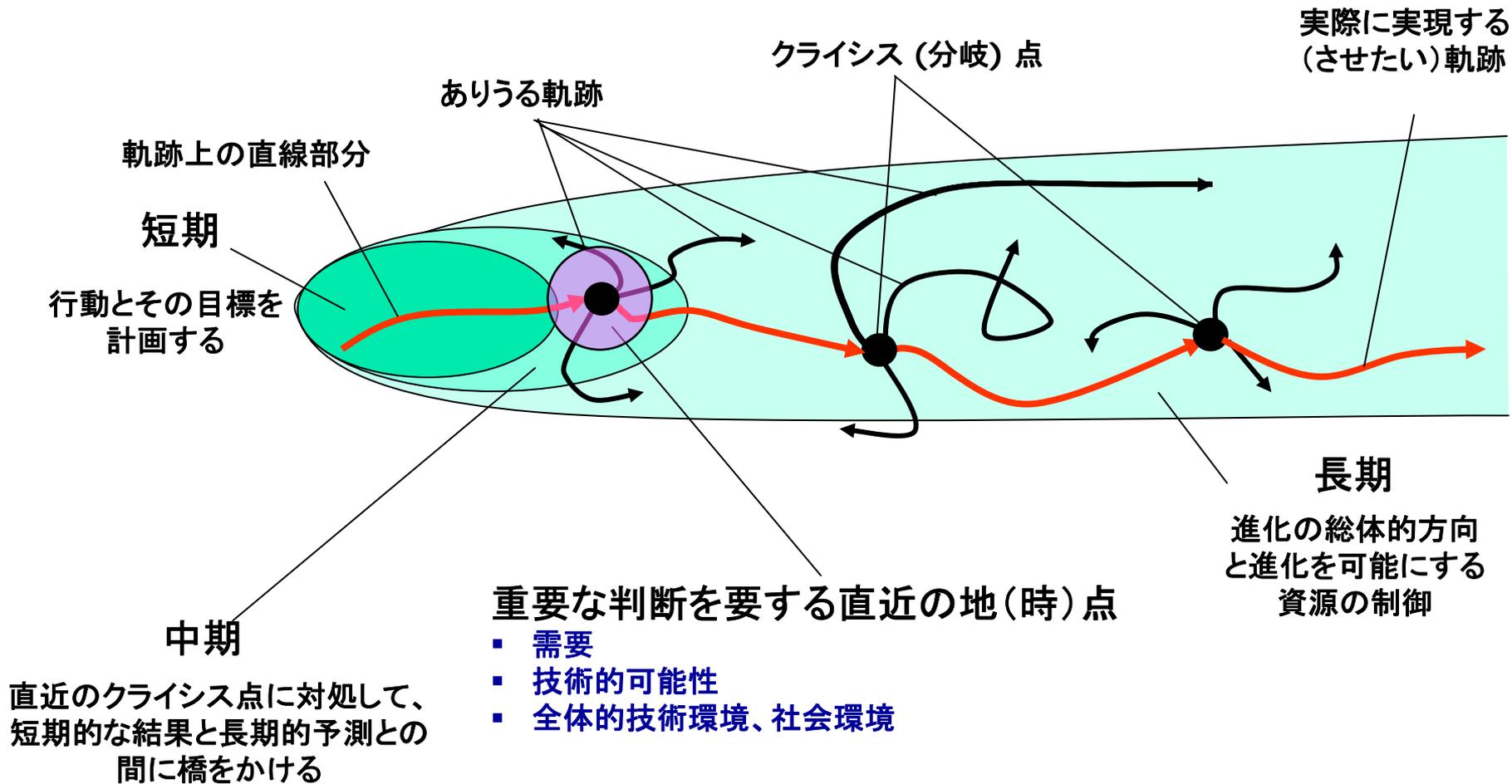
進化の分岐ポイント:

- 予測は難しい
- 影響を与えることは比較的容易



シーザー、ナポレオン、ビスマルク、チャーチル、リンカーンのような人々は、クライシス点で鋭敏さをもってシステムに影響を与えることによって成功した

非直線的進化と長・中・短期予測



DEは進化のパターンに基づいています

- システムは不規則に進化するのではなく、客観的なパターンに沿って進化する
- 技術、市場、社会のトレンドの歴史的な展開を分析することによってパターンを明らかにすることは可能である
- 明らかにしたパターンは盲目的な試行を避けて、システムを進化させるために意図に沿って活用することが可能である

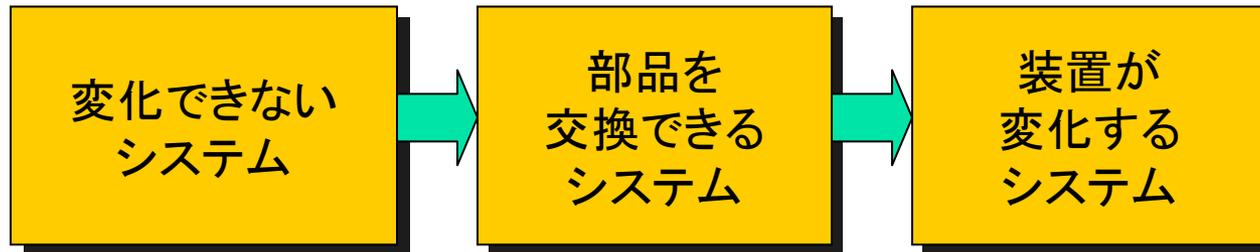
進化のパターン: 様々なシステムの進化に共通する縦糸

進化のパターンの歴史

- 1960年代 – アルトシューラの40の発明原理の中の最も有効性の高い原理群(柔軟化、セルフサービスなど)
- 1975年春 – アルトシューラによる最初の技術システム進化のパターン体系 (Static-Kinematics-Dynamics)
- 1975秋 – ボリース・ズローチンが St. Petersburgで技術システム進化のパターンの教育を開始
- 1981 – ボリース・ズローチンによる最初の階層構造 (進化のサブ・パターン、あるいは、進化のライン)
- 1989 – アルトシューラ、ズローチン、ズスマン、フィラトフの共著 *Searching for new ideas* で進化のパターンの新しい体系を発表
- 2009 – DEソフトウェアに最新の進化のパターン体系を公表

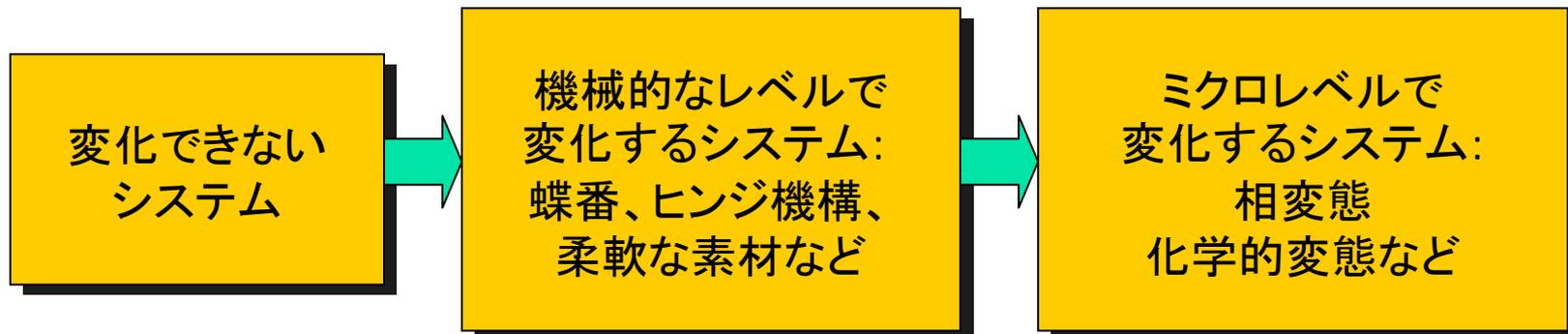
柔軟化(可変化)の方向への進化

ライン: 多機能システムへの移行



システムの可変性が増加することによって、より大きな柔軟性を持って、多彩な形で機能を実現することが可能になる

ライン: 自由度の増加



場 (作用、影響)の進化

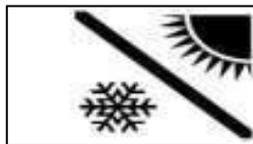
場の変化

記憶してください!

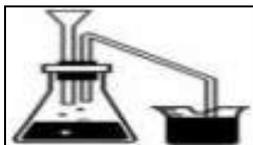
進化の方向



1. 機械的場



2. 温度の場



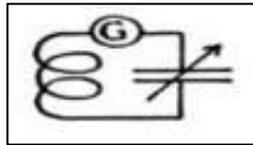
3. 化学的場



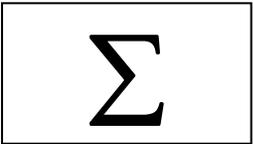
4. 磁力の場



5. 電力の場



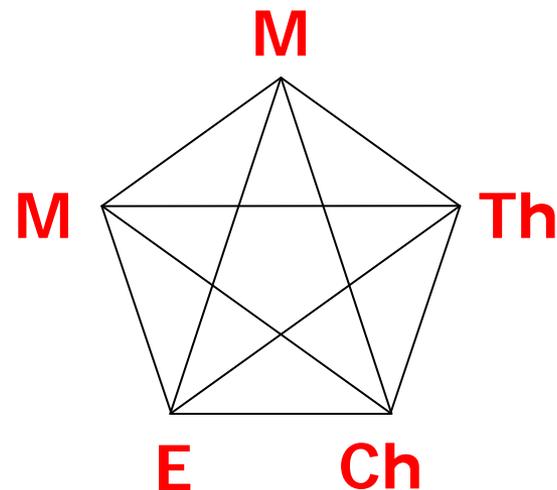
6. 電磁的場



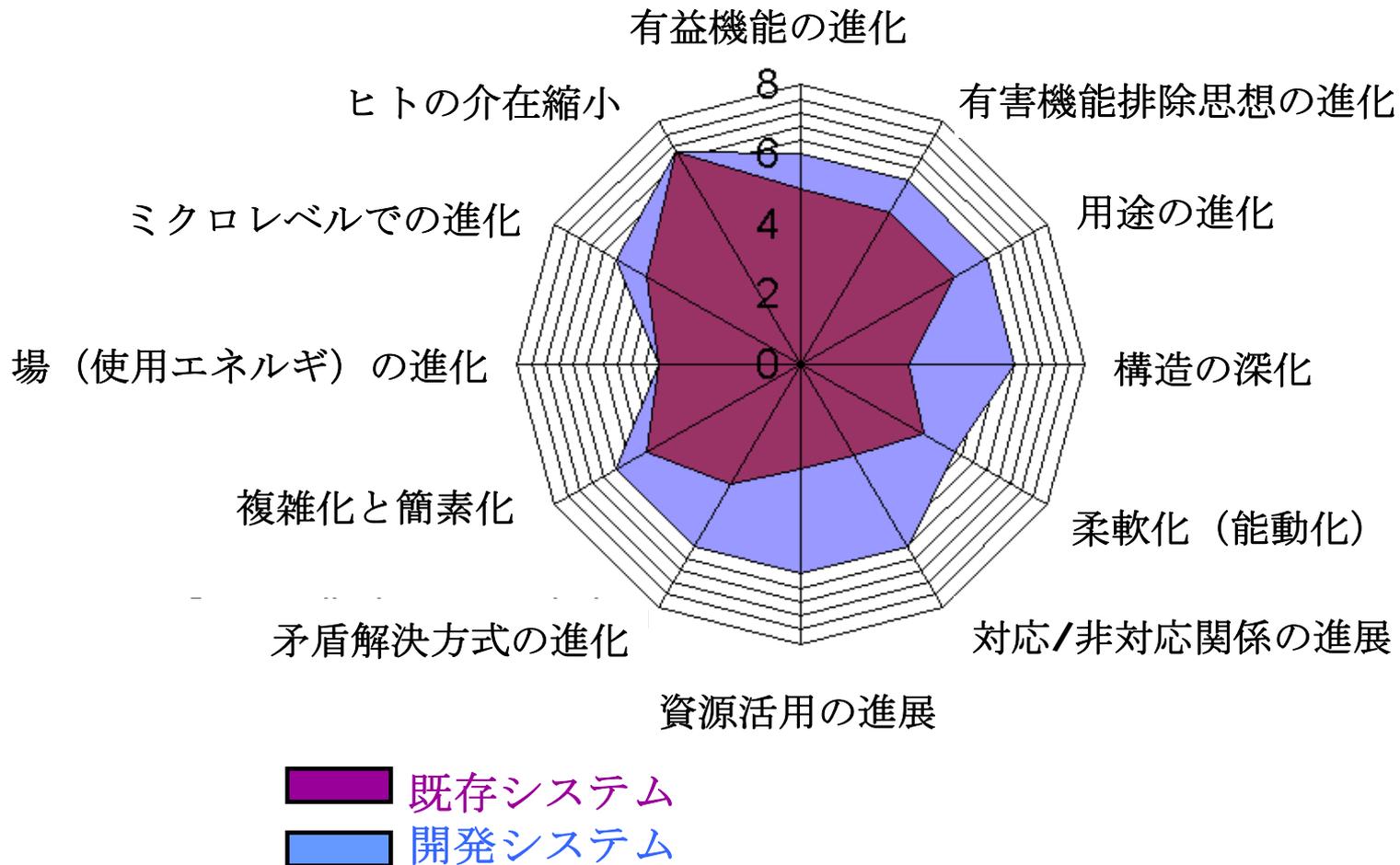
7. 場の組み合わせ

M Th Ch E M

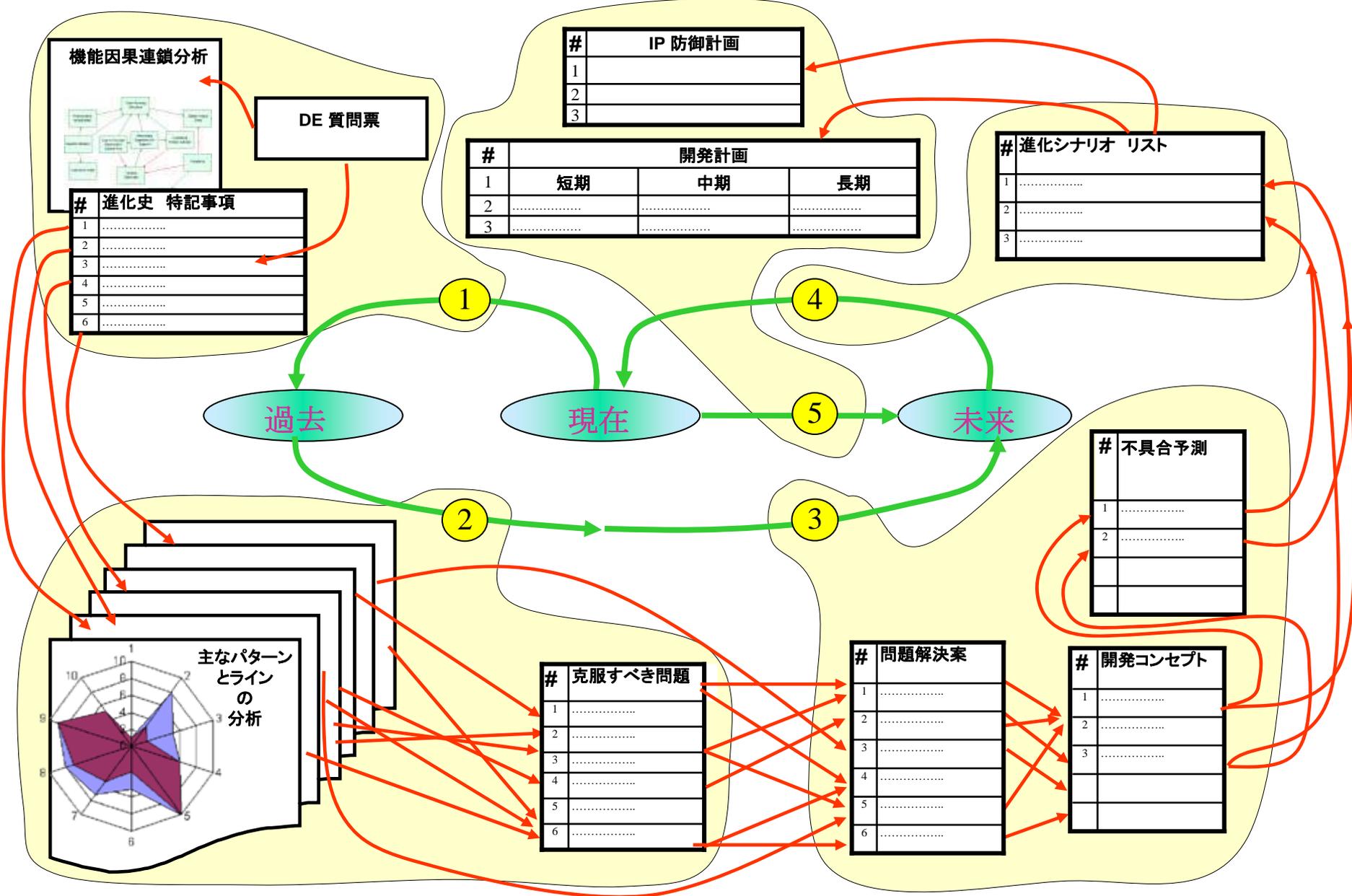
場の
組み合わせ



進化ポテンシャルの評価



DE[®]プロセス



Directed Evolution ソフトウェア

Directed Evolution®

Directed Evolution® software is a professional tool to support the process for building a comprehensive set of prognostic scenarios of evolution of technological and/or business systems based on patterns of evolution and inventive problem solving

OK Exit

Directed Evolution Process

1. Project Initiation

- 1.1. Project name
- 1.2. Expectations
- 1.3. Project objectives
- 1.4. Importance of the Situation
- 1.5. Criteria for selecting solution concepts
- 1.6. Main key words

2. Express Directed Evolution

- 2.1. Brief Description of DE situation
- 2.2. Ideal vision
- 2.3. Revealing and solving main problems
- 2.4. Using Main Patterns of Evolution
- 2.5. Using Bank of Evolutionary Alternatives
- 2.6. Developing Express DE Concepts

3. Detailed description of the situation

- 3.1. Supersystem - System - Subsystems
- 3.2. Input - Process - Output
- 3.3. Cause - Problem - Effect
- 3.4. Past - Present - Future

4. Resources, constraints and limitations

- 4.1. Available resources
- 4.2. Allowable changes to the system
- 4.3. Constraints and limitations

5. Evolutionary patterns and lines

- 5.1. General patterns of technical evolution
- 5.2. Useful lines of evolution
- 5.3. Basic general trends
- 5.4. System of Standard Solutions

6. Developing DE Concepts

- 6.1. Checking cause-effect diagrams
- 6.2. Combining ideas into concepts
- 6.3. Developing concept descriptions
- 6.4. Developing lines for the system

7. Evaluating DE results

- 7.1. Ranking generated concepts
- 7.2. Meeting criteria for evaluating a concept
- 7.3. Revealing potential problems
- 7.4. Preventing typical mistakes
- 7.5. Analyzing unveiled problems

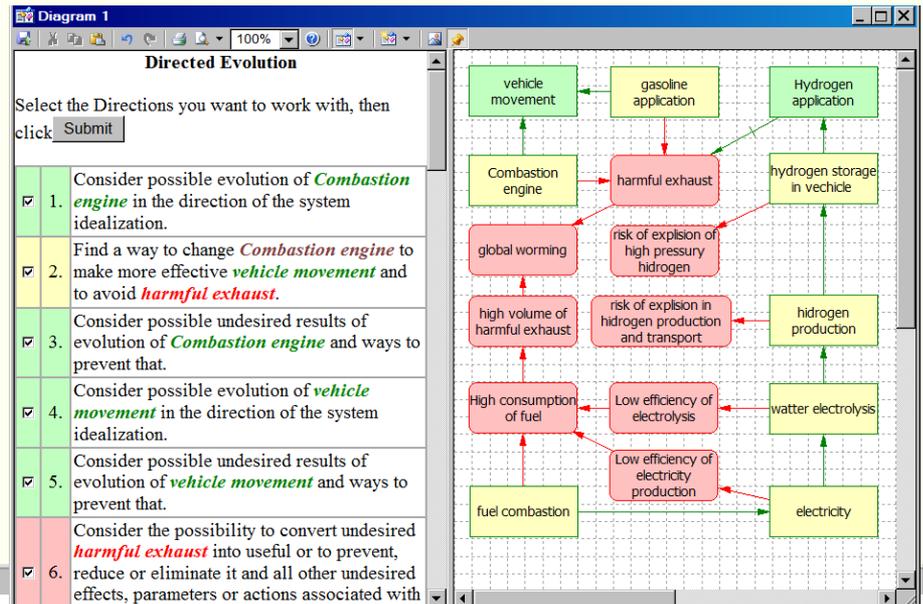
8. Planning the implementation

- 8.1. Developing evolutionary scenarios
- 8.2. Supporting the process of evolution

Using Main Patterns of Evolution

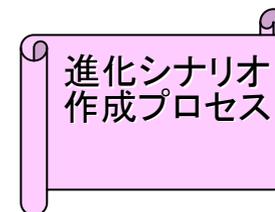
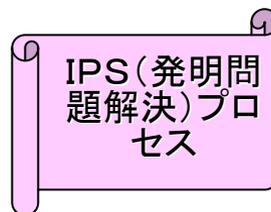
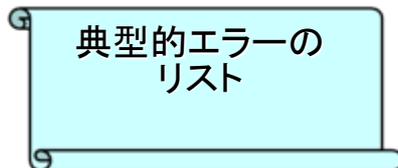
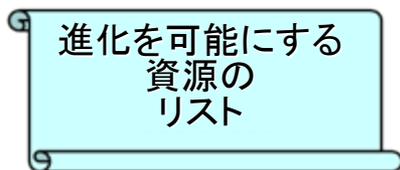
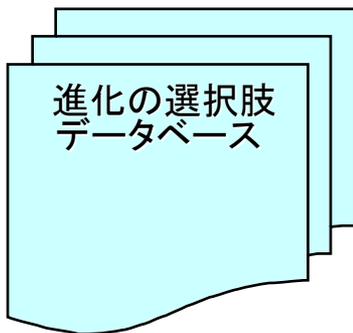
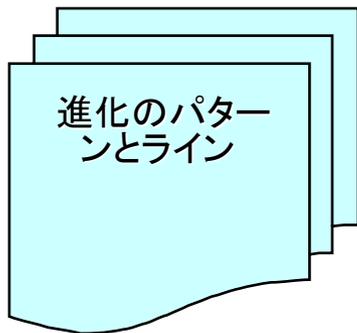
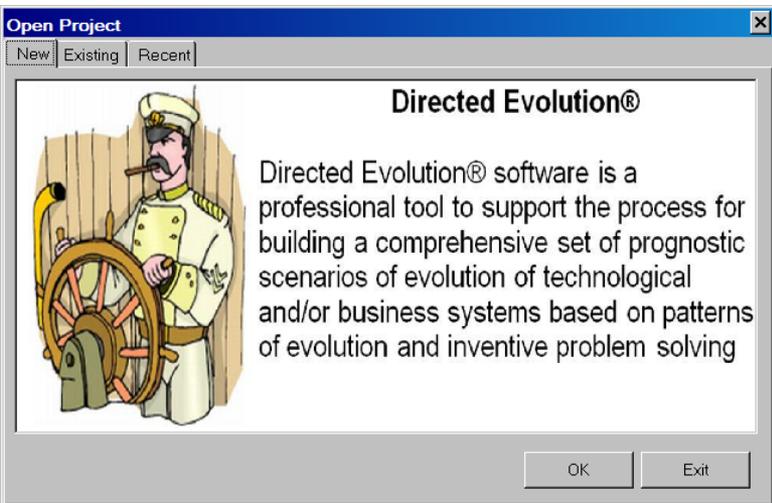
The Patterns of Evolution represent a compilation of trends that document strong, historically-recurring tendencies in the development of man-made and natural systems. A Pattern usually contains *Lines of Evolution* that describe in greater detail typical sequences of stages (positions on a Line) that a system follows in the process of its natural evolution. Once these positions are known, the system's current position(s) on a line can be identified, and the possibility of transitioning to the next position(s) can be assessed.

1. [Evolution towards increased Ideality](#)
2. [Evolution towards increased involvement of resources](#)
3. [Evolution of man-made environment](#)
4. [Non-uniform development of system elements \(Contradictions\)](#)
5. [Evolution towards increased dynamism](#)
6. [Evolution towards increased controllability](#)
7. [Evolution towards increased complexity followed by simplification](#)
8. [Evolution with matching and mismatching elements](#)
9. [Transition to multi-level](#)
10. [Transition to more effective use of fields](#)
11. [Evolution of "evolution of man-made systems"](#)
12. [Evolution of application and marketing](#)

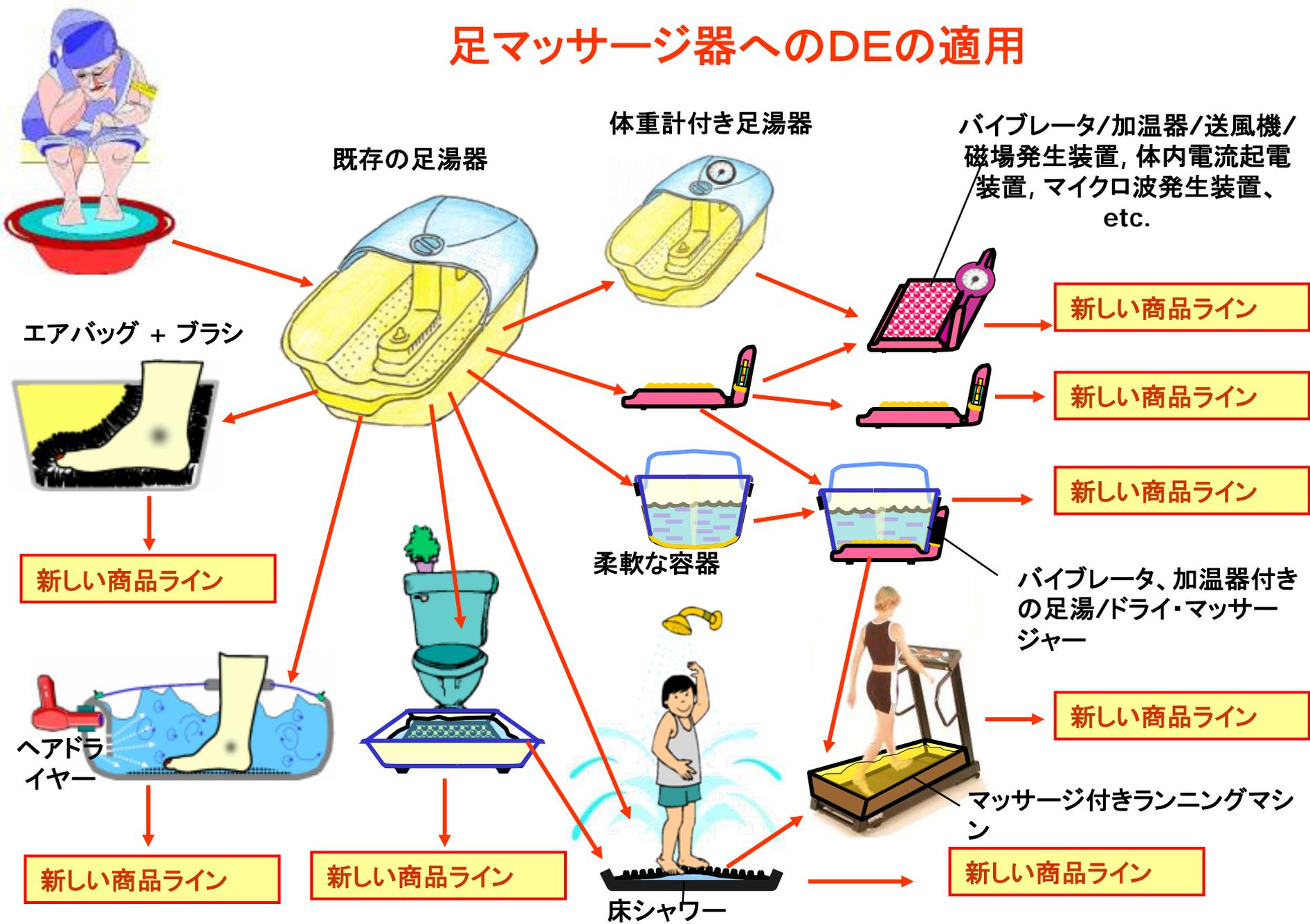


file:///C:/Program Files/Directed Evolution 2.2/IB-DE/2_Express_DE_for_project_scope_estimation/2_1_Using_Main_Patterns_of_Evolution.htm

DEソフトウェアが使うツールなど

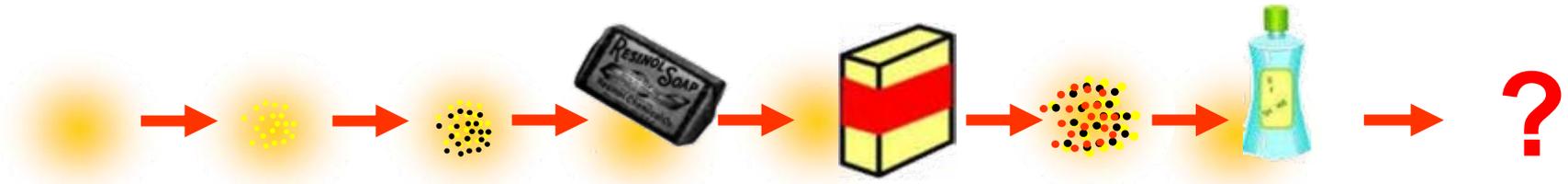


足マッサージ器へのDEの適用

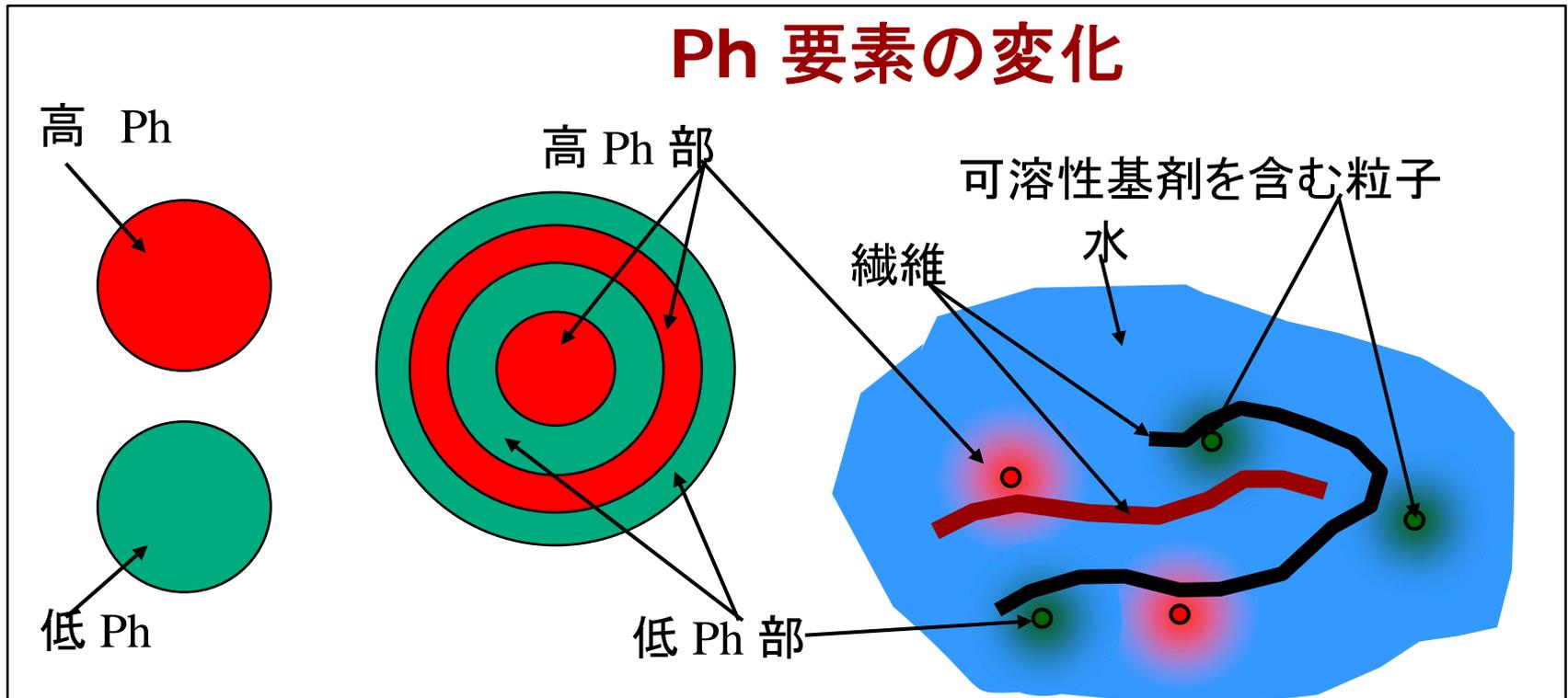


DEを用いた事例

洗濯用洗剤の進化



Ph 要素の変化



技術 + ビジネス



洗濯法と洗剤の進化の組み合わせ (協調進化)



技術面での新発想

ビジネス面での新発想

ハイテク洗剤.
化学的プロセス
と物理学的場との
ハイブリッド

洗濯法と洗剤との
ハイブリッド
洗剤の洗濯機への
対応

専用洗剤カートリッジ
を使用する
洗濯機

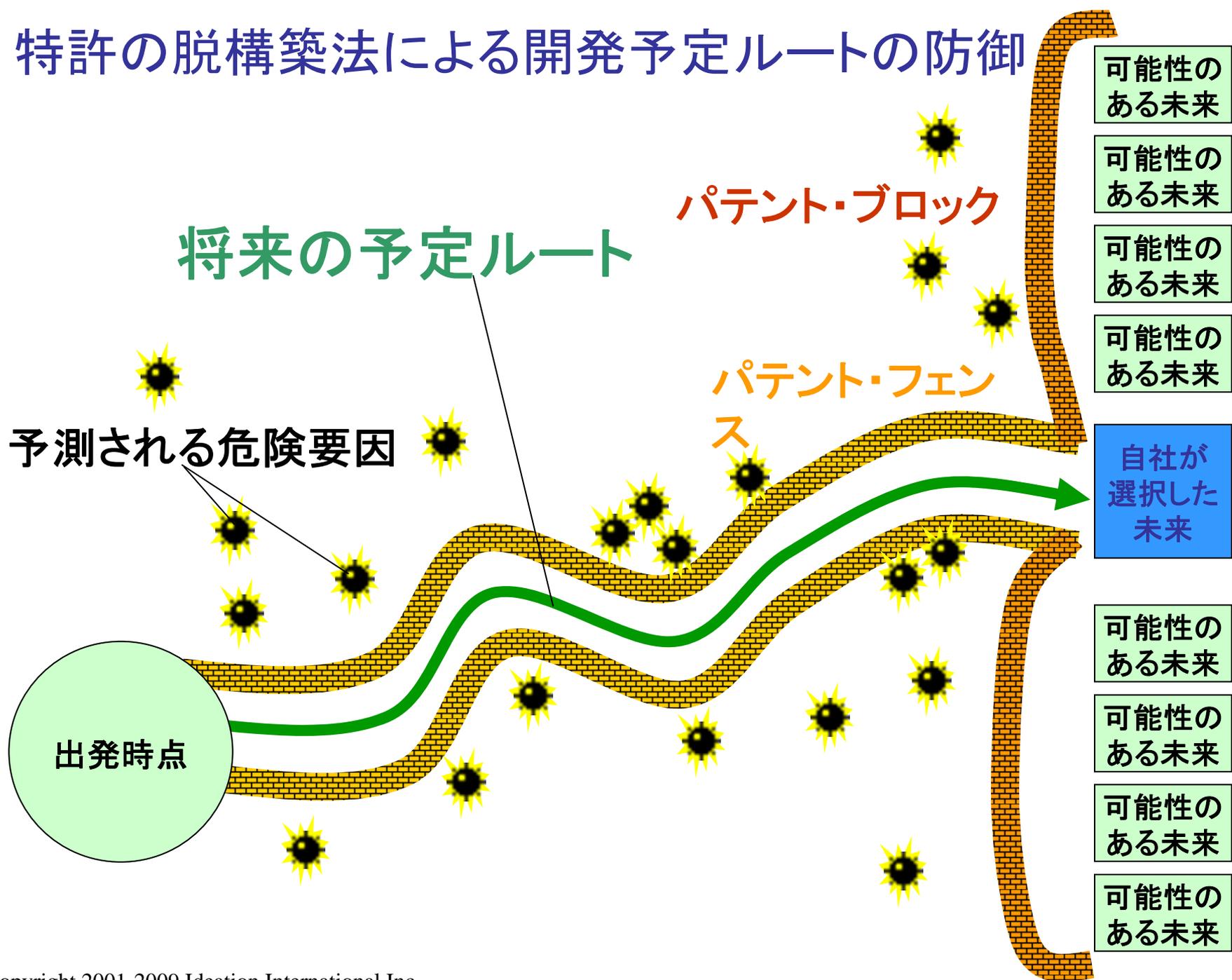
プリンター型
マーケティング
モデル
洗剤カートリッジで利益を出す

インターネット
によるカートリッジの補給
メーカーがユーザーに
カートリッジを直接補給する

壁際に
据え付けた
洗濯機に
カートリッジを
屋外から
補給する
システム



特許の脱構築法による開発予定ルートへの防御

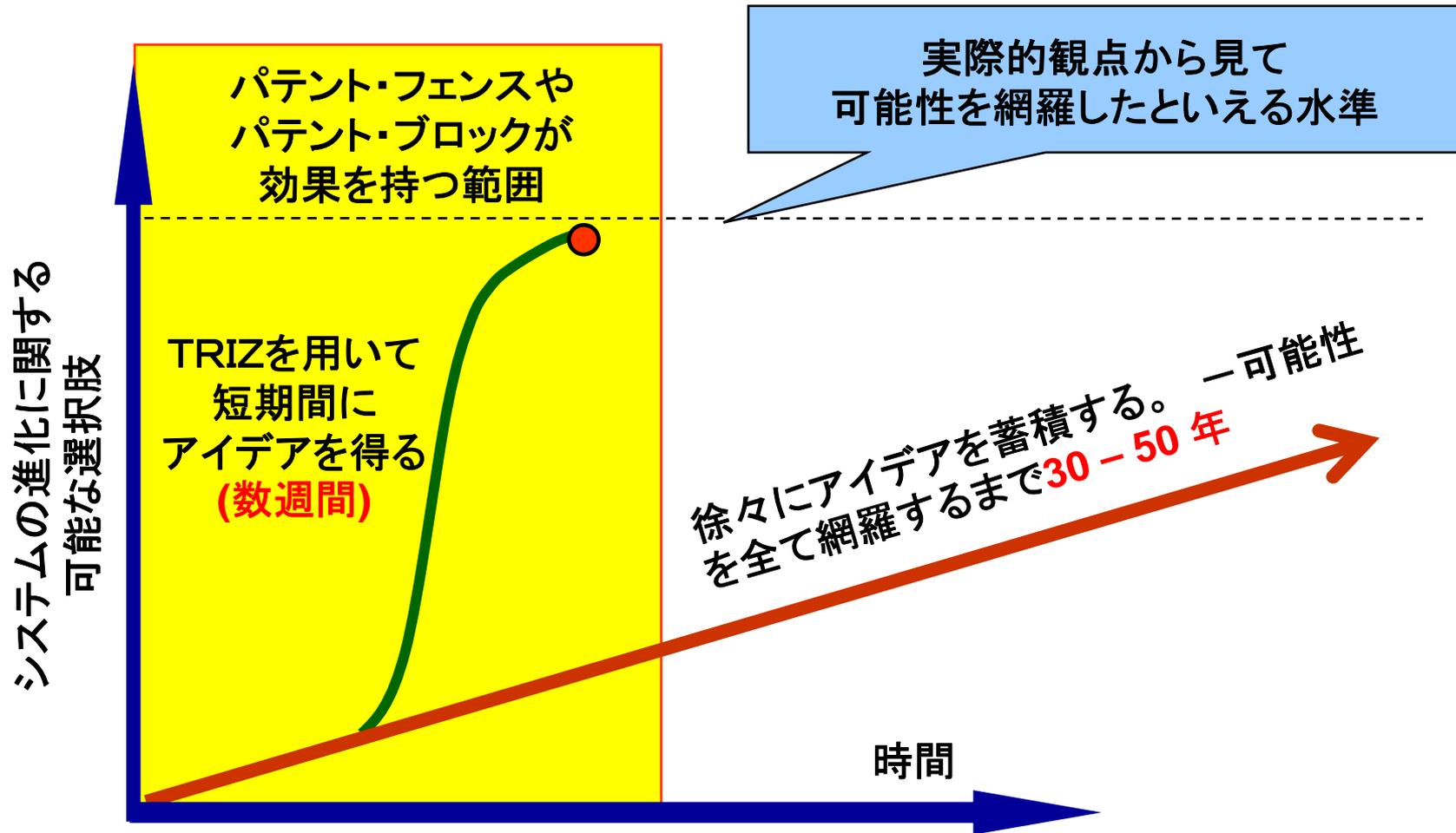


競合対策の観点からみたDE

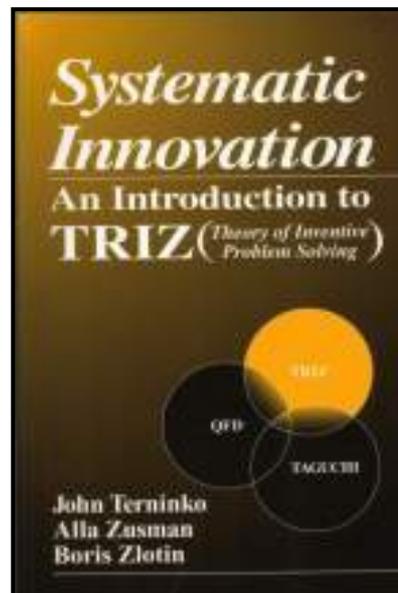
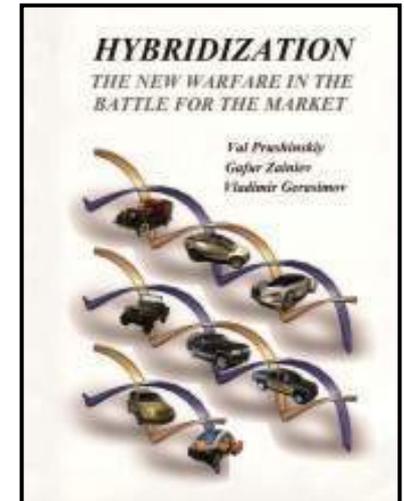
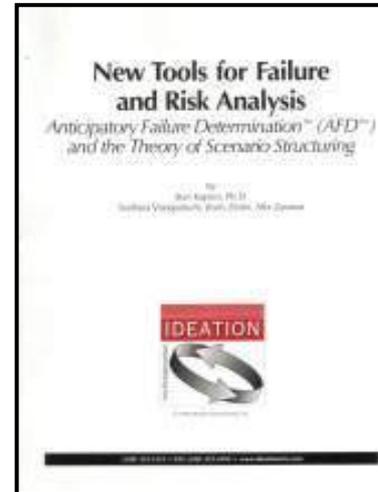
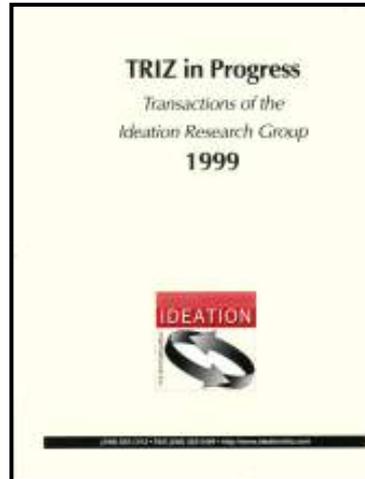
- 競合相手に関する諜報という視点を持ってDEを活用すると、競合する分野における進化の有力な方向性のバリエーションを明らかにし、競合相手の伝統的な行動・経験・経営資源に関する情報に基づいて、先方がバリエーションのうちのどれを選択するかの予測をつけることが可能です。
- 当初行なった予測の正否を早い段階で判定する目的で、基本的な判断基準を作っておくことも可能です。競合相手が発行する印刷物、従業員の発言、発表する新製品、申請する特許その他の公開情報を追跡することによって、予測がどれほど当たっていたのか随時評価することも可能です。



企業のデシジョン・メーカー能力を強化する観点から見たDE



アイディエーション社のTRIZ出版物



進化のディレクターとなるのは誰か？



進化のディレクター

I-TRIZ マスター – 進化を見通すセンスを持ち、複雑なDEプロジェクトのリーダーとなることが可能

I-TRIZ スペシャリスト – IPS、FA、FPおよび一部のDEプロジェクトのリーダーとなり、TRIZツールに工夫を加えて活用することが可能

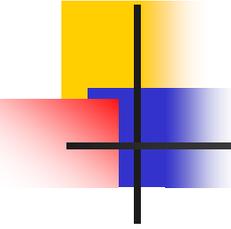
I-TRIZ AFD エキスパート – IPSとFA、FPとを組合わせて使用する複雑な問題解決プロジェクトに参画可能

I-TRIZ IPS エキスパート – 複雑な問題解決プロジェクトに参画

I-TRIZ ユーザー – 難易度の低い創造的課題を解決可能

Thank you!

blzlotin@ideationtriz.com



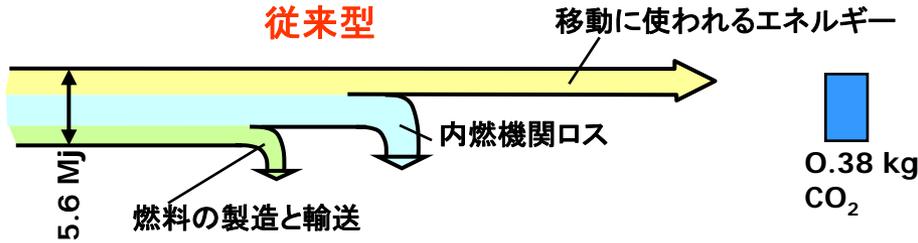
DEプロジェクトの事例研究

未来の自動車

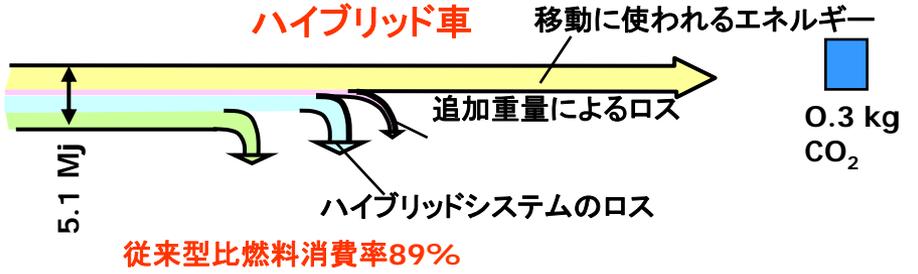
各種自動車のエネルギー消費と1マイル当たりの廃棄物

注: Mjはメガジュール

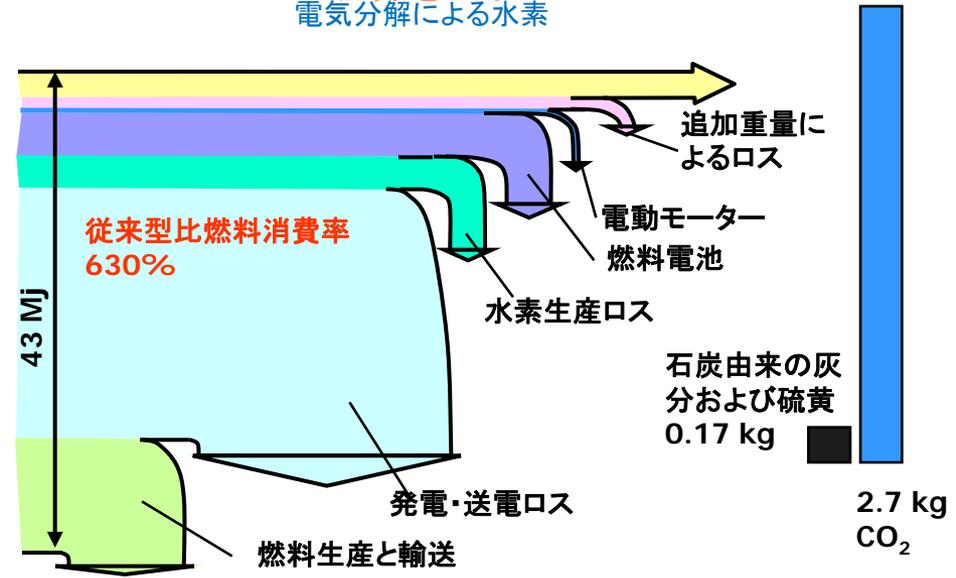
従来型



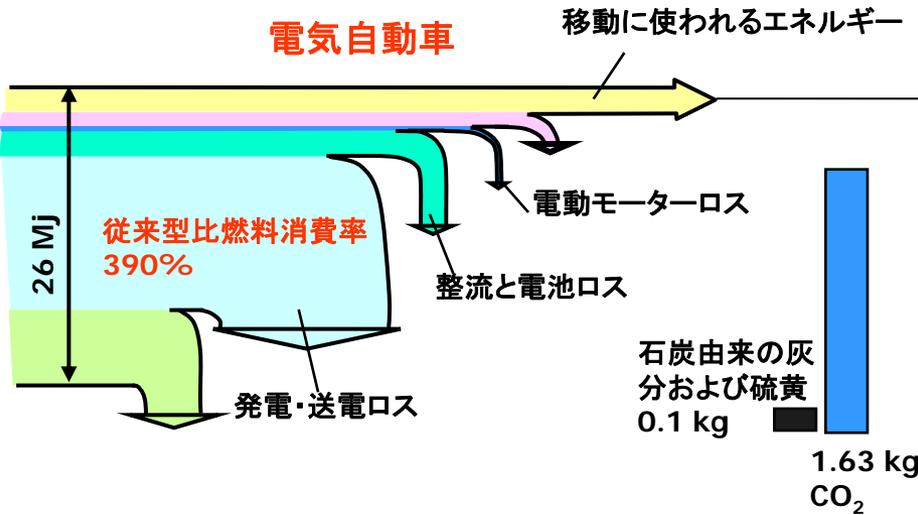
ハイブリッド車



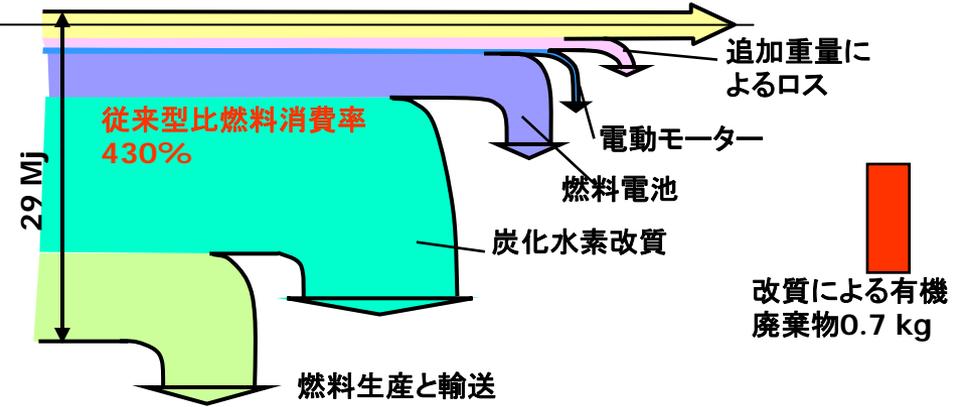
燃料電池車 電気分解による水素



電気自動車

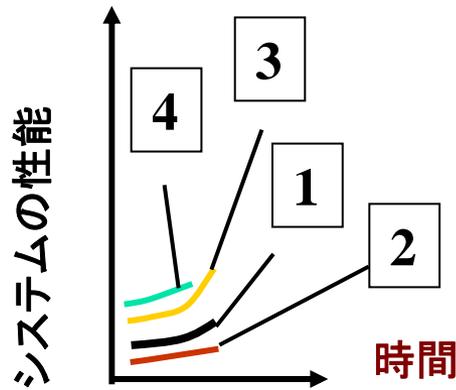


燃料電池車 炭化水素由来の燃料電池



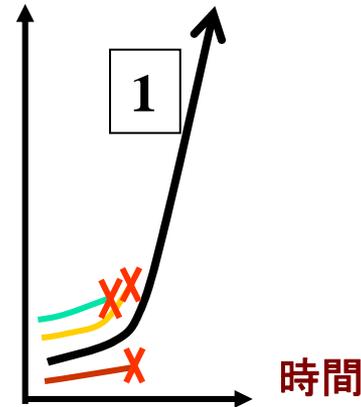
統合システムの進化

システムの
進化が始まる



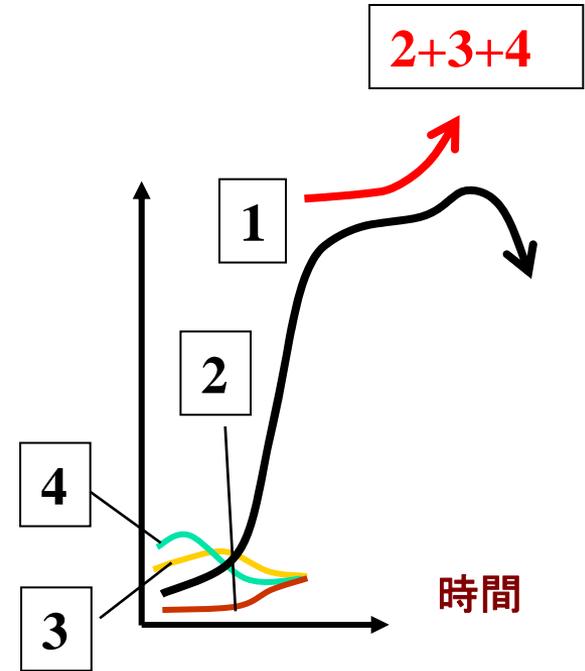
進化が始まる際
様々なシステムが
競いあう

システムの第一世
代における勝者



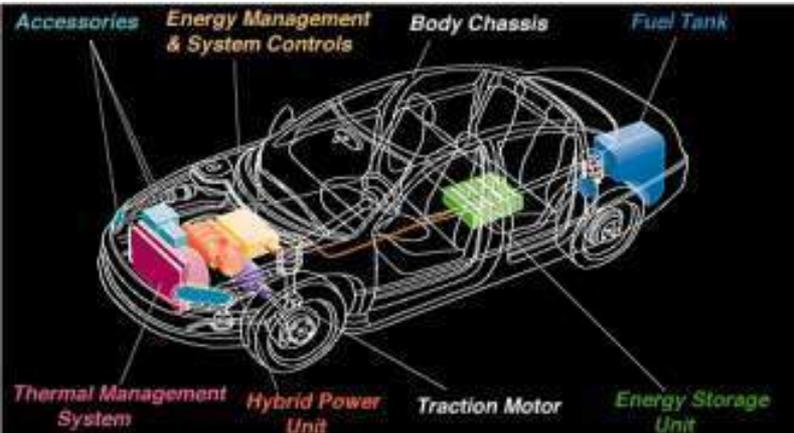
システム1が最初
の勝者となり、他は
凍結される

敗者の統合

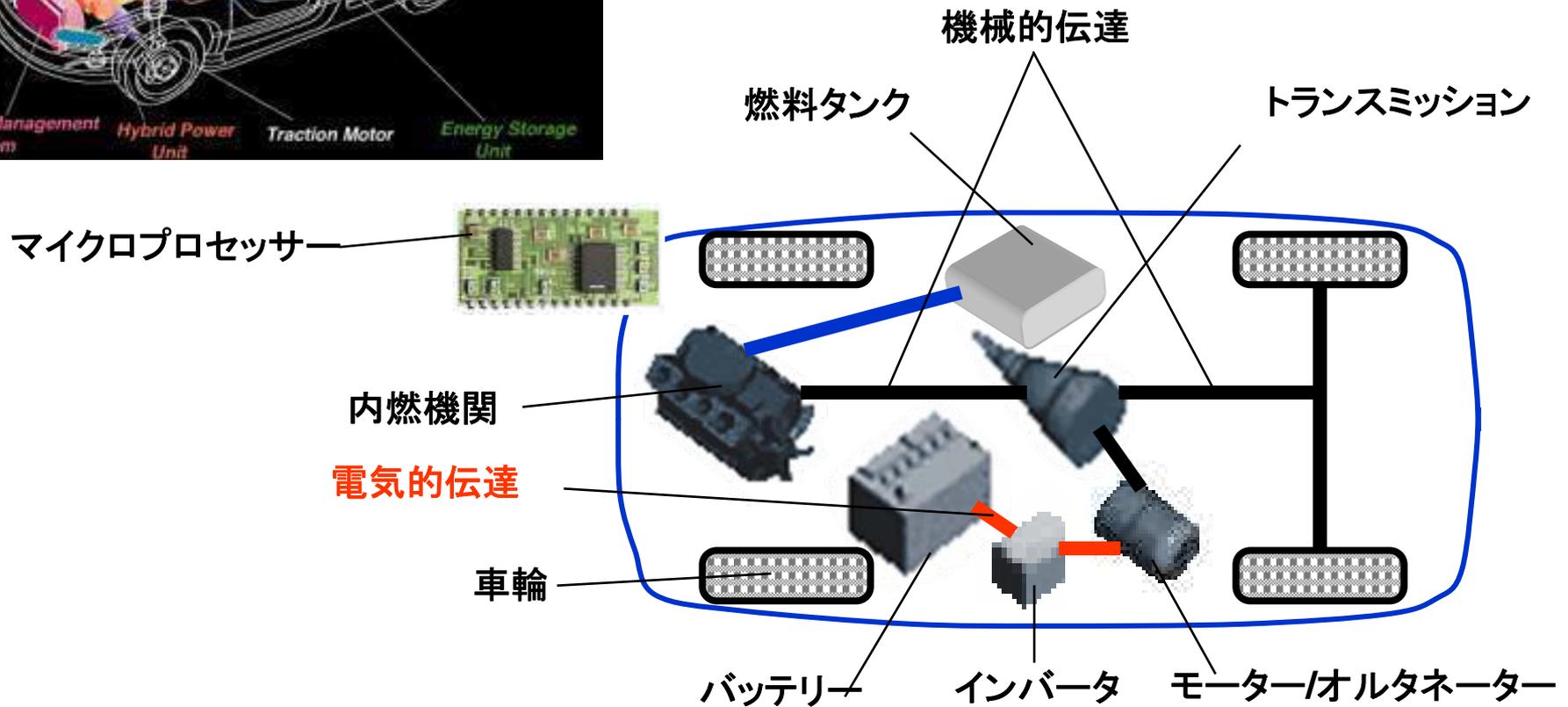


システム1ー敗者
システム2, 3, 4
が集まって勝者と
なる

第一の大きな進化の転機



現在のハイブリッドカー



注意!!! これはハイブリッド化の初期段階に過ぎない!

ハイブリッドカーに関する最初の特許 Henri Pieper 1909

913,846.

H. PIEPER.
MIXED DRIVE FOR AUTOVEHICLES.
APPLICATION FILED NOV. 23, 1908.

Patented Mar. 2, 1909.
6 SHEETS—SHEET 2.

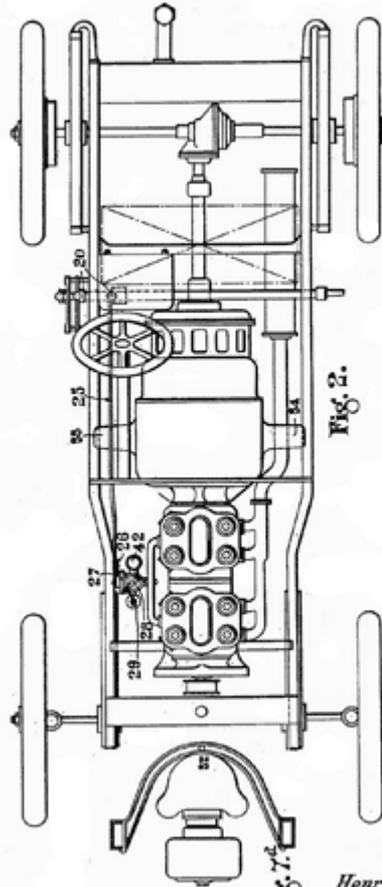


Fig. 2.

Fig. 1.

Witnesses:

Wm. Lemley
L. Dunham

Henri Pieper, Inventor

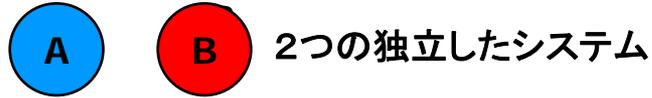
by Kerr, Page & Cooper Attys

ハイブリッドシステムの進化

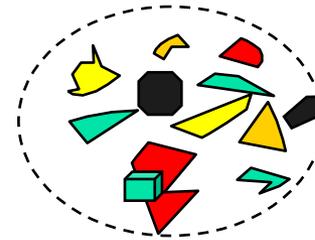
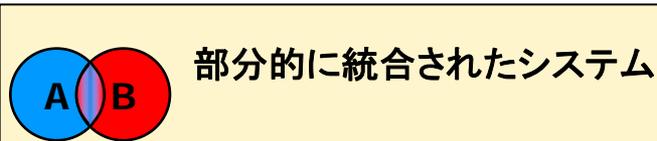
システム統合のライン

構成要素間対応関係進展のライン

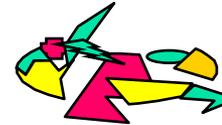
システム システム



現在のハイブリッドカー



組合わせ可能なだけの諸要素



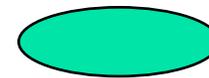
部分的に対応しているシステム



対応関係の低いシステム



対応関係の高いシステム

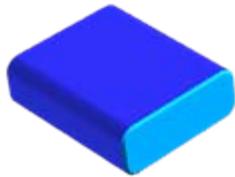


均一なシステム

進化の方向

自動車の構成要素の比較

ガソリン



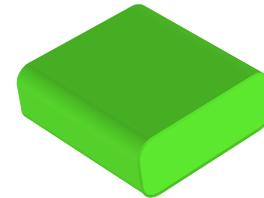
熱エネルギー
100%



熱エネルギー
69%



アルコール
 $C_2H_5(OH)$



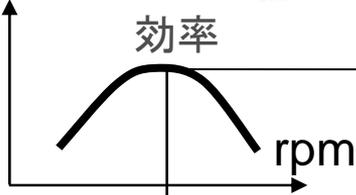
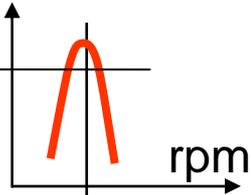
敗者

内燃機関 対 ガスタービンエンジン



敗者

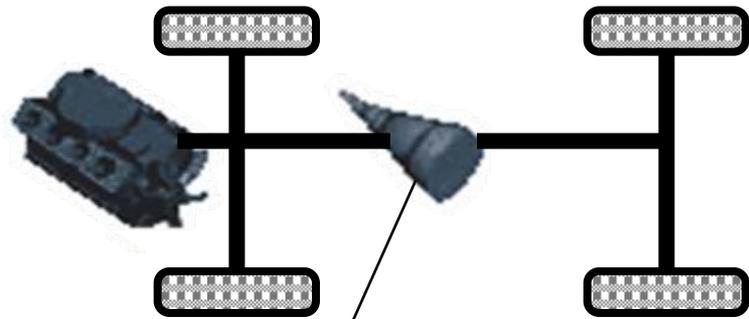
1961 クライスラー タービンエリート

ガスタービンエンジンの問題点	内燃機関 	ガスタービンエンジン 	ガスタービンエンジンの問題点解決の可能性
問題点 1 高効率の回転数域が狭い			ハイブリッドによりエンジンを常に最適の回転数域で使用することが出来れば問題は解消する
問題点 2 対応するトランスミッションの構造が複雑	~2000 rpm	>30.000 rpm	電気伝達方式を用いてモーター組み込みタイヤを回転させるようにすれば問題は解消される
問題点 3 燃焼温度が高い	—	高い耐熱性をもった高価な材料を用いてタービンブレードを作らなくてはならない	燃焼温度の低いエタノールを用いれば問題は解消する
問題点 4 構造が複雑で原価が高い	—	ブレードの加工に高い精密度が求められる	ブレードレスタービンを利用すれば問題は解消する

自動車の構成要素の比較

機械式駆動

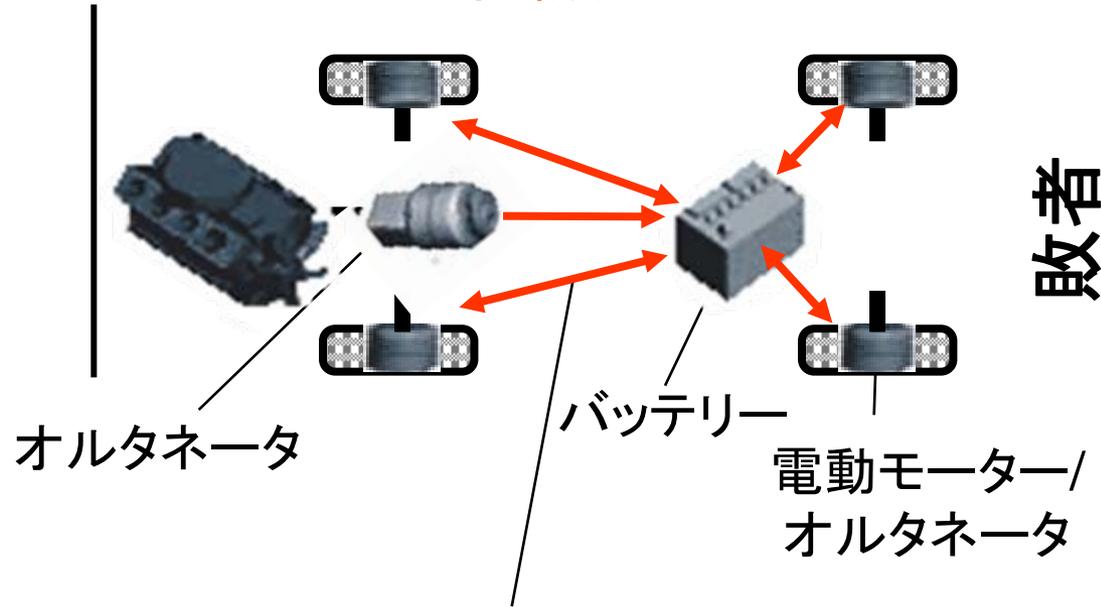
最大6000回転



機械式トランスミッション

電気駆動

30000回転以上



オルタネータ

バッテリー

電動モーター/
オルタネータ

敗者

電流は双方向に流れる:

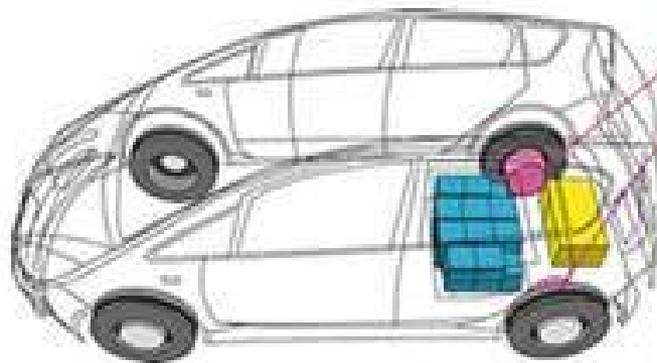
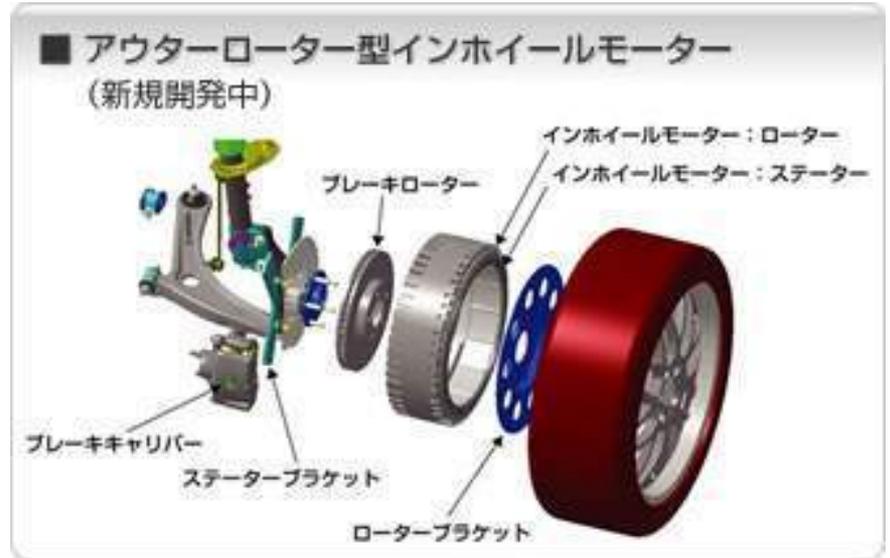
- 通常はバッテリーからの電流がモーターを回転させる
- ブレーキをかけるとモーターが発電機となりバッテリーに充電する



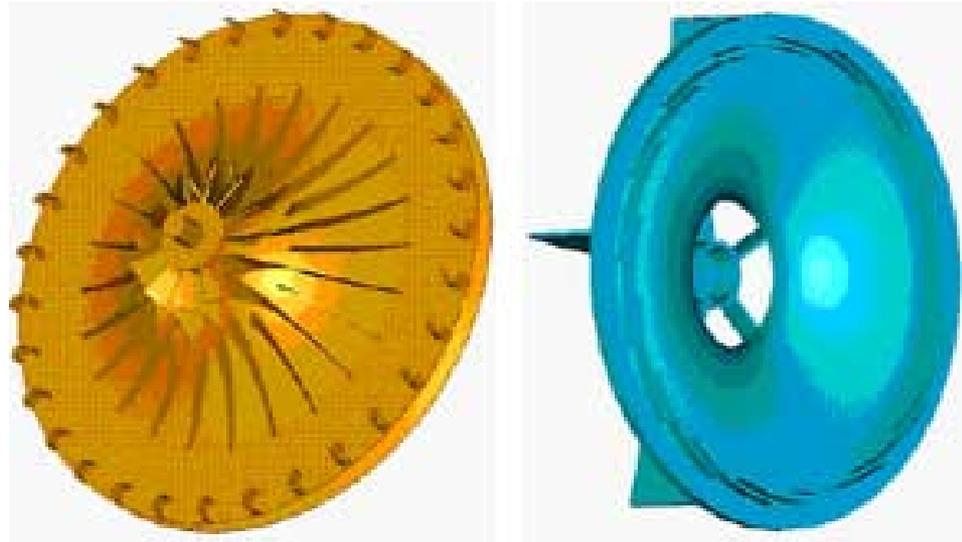
ロシア製 ベラズ-549ダンプトラック (電気駆動車)

モーター + 車輪

日本



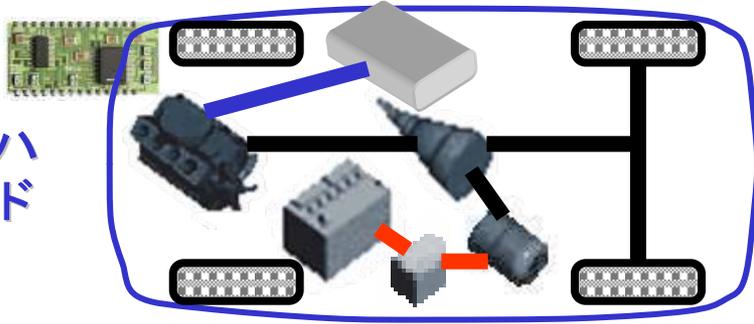
ブレードレス・ガスタービンエンジン



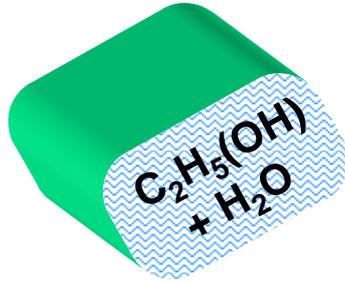
サウスウエスト研究所 (SwRI) によって、極めて頑丈で
低コストかつ修理が容易な放射流ガスタービンエンジン
が開発・試作された

ハイブリッドシステム

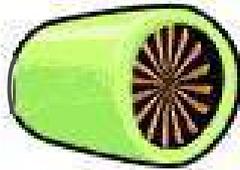
現在のハイブリッドカー



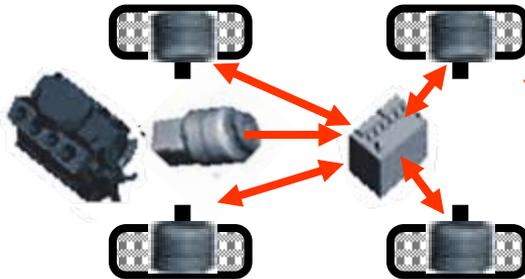
エタノール+水
エマージョン



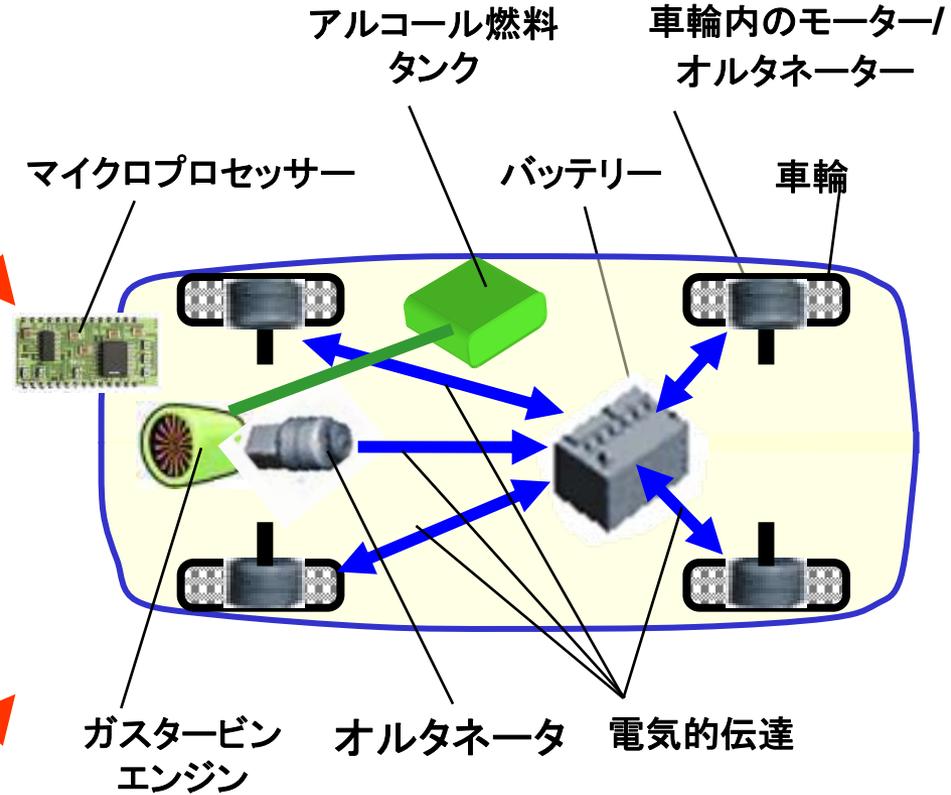
ガスタービンエンジン



電気駆動方式



未来のハイブリッドカー



より効率的で低コスト!