



# TRIZに基づく技術予測による リスク削減と機会開拓

**GAETANO CASCINI**

ミラノ工科大学

gaetano.cascini@polimi.it -- <http://www.kaemart.it>



- 1863年設立
- 12の(研究)学部と工業、建築、工業デザインの学校のネットワークで組織され、ロンバルディ州に7箇所を超えるキャンパスを展開
- 欧州で最も優れた工業大学の1つとして格付け
  - ❖ 工業系大学 世界ランキング48位 (2012年)
  - ❖ 工業系大学 欧州ランキング14位 (2012年)
  - ❖ 工業系大学 イタリアランキング1位 (2012年)





## Architecture

Professors & Researchers

293

Students

9,153

## Design

Professors & Researchers

118

Students

3,749

## Engineering

Professors & Researchers

935

Students

24,998

イタリア人建築家の17%  
がミラノ工科大学卒

イタリア人デザイナーの  
56%  
がミラノ工科大学卒

イタリア人技術者の16%  
がミラノ工科大学卒

- 1999 : 機械設計博士号 — TRIZとの最初の出会い
- 1999～2008 : フィレンツェ大学 助教
- 2008～現在 : ミラノ工科大学 准教授

## ■ 過去:

- ❖ 2003～2005 : イタリアTRIZ協会Apeironの創立者で初代会長
- ❖ 2005～2009 : IFIP5.4作業部会(コンピュータ支援革新)の創立者で副部会長
- ❖ 2006～2009 : ヨーロッパTRIZ協会の会長

## ■ 現在:

- ❖ マリー・キュリー(Marie-Curie)プロジェクトIAPP(PIAP GA2011-286305)のコーディネータ:  
**FORMAT (FOrecast and Roadmapping for MAnufacturing Technologies)**
- ❖ **Journal of Integrated Design & Process Science**誌の編集局メンバー
- ❖ **International Journal of Design Creativity and Innovation**誌の編集諮問委員会メンバー
- ❖ **ETRIA**理事
- ❖ IFIP(国際情報処理学会)のTC-5委員会(Computer Applications in Technology)の**Computer-Aided Innovation**ワークグループの議長、Publications and Events Officer
- ❖ 国際会議で発表され、正規ジャーナルで発行された**120を超える論文**の作者
- ❖ **13の特許**(出願人: フィレンツェ大学、Whirlpool Europe, Bracco Imaging, Logli, SCAM, Meccaniche Fiorentine, Otlav, ミラノ工科大学、Saes Getters, Rold)の著者



# アウトライン

## ■ 序論

- ❖ 革新、機会および脅威
- ❖ 革新、市場および社会

## ■ 将来の革新を予測

- ❖ 技術予測、範囲およびアプローチ
- ❖ TRIZに基づく技術予測

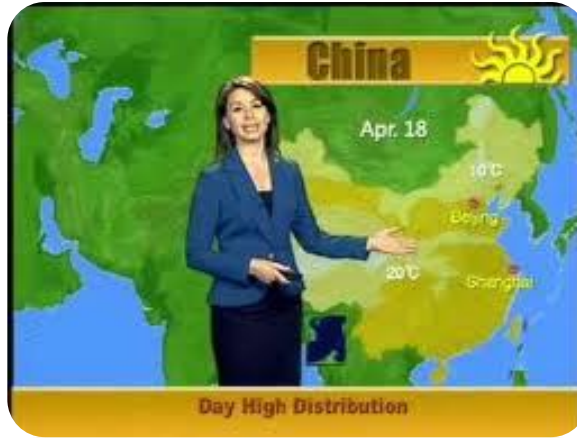
## ■ FORMATプロジェクト

- ❖ 目的とパートナー
- ❖ 参照モデルと実績の一部
- ❖ ケーススタディ: チリの鉱業

## ■ 結論

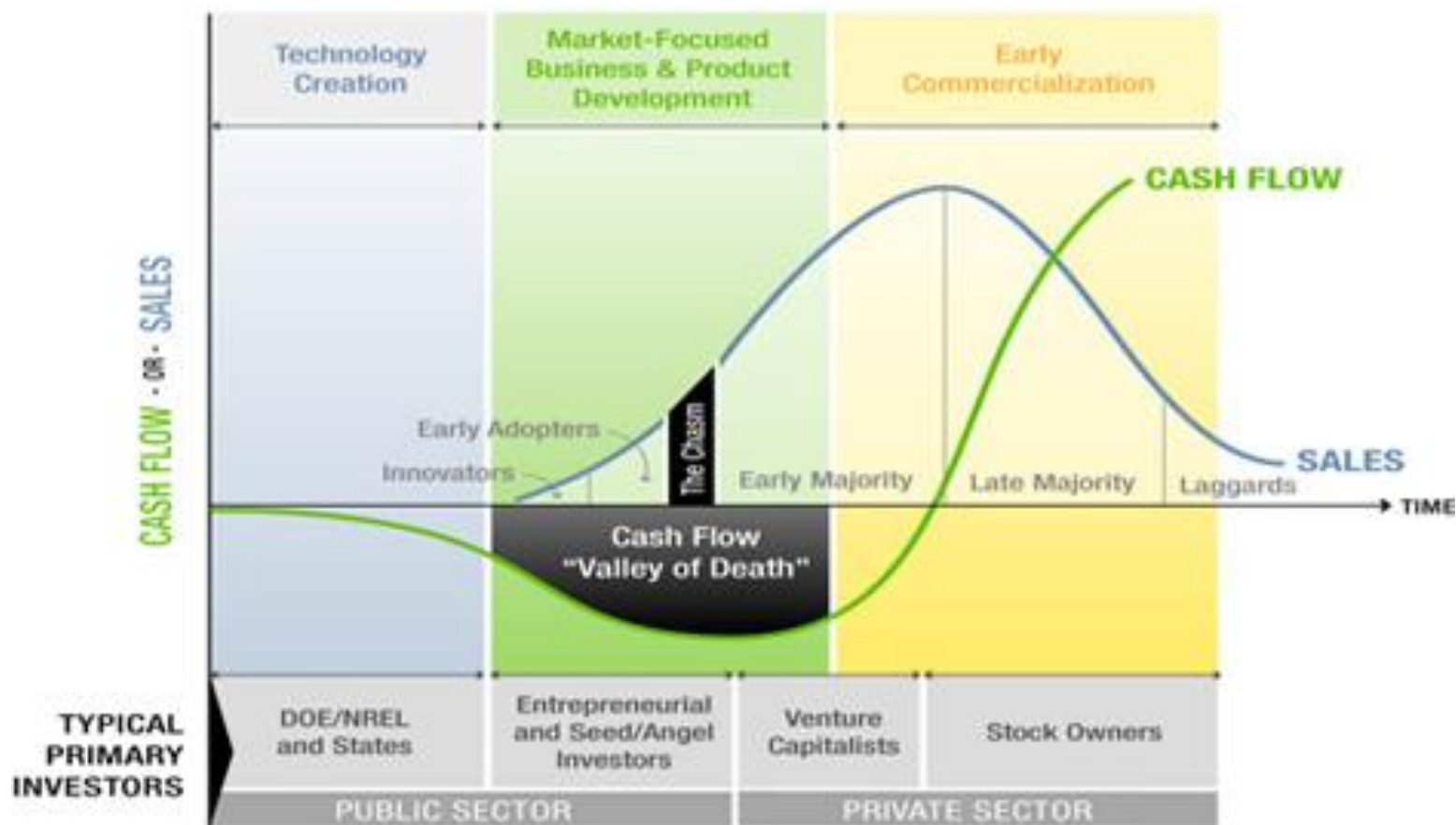


## 技術予測: なぜ?



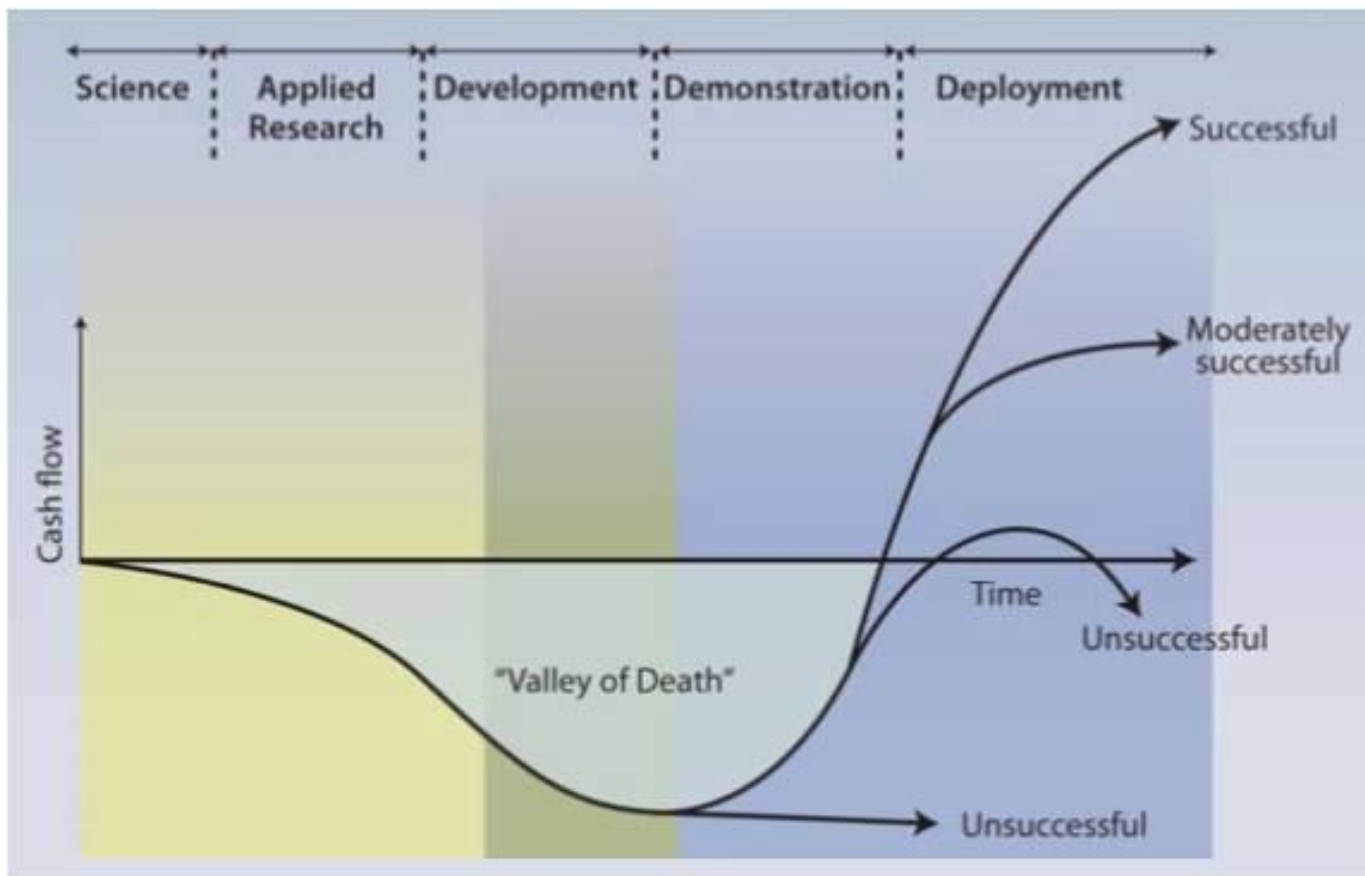
Copyright © 2011 Boeing. All rights reserved.

- 革新、機会および脅威
  - ❖ 基本研究から市場開拓へ



出典：米国エネルギー省

- 革新、機会および脅威
  - ❖ 基本研究から市場開拓へ



出典: ca.gov



## ■ 革新、市場および社会

### ❖ 社会と時間的展望における役割



ビジネスマン

次の  
1~4  
四半期



政治家

次の  
1~4  
年



科学者

次の  
10~40  
年



研究開発  
革新  
マネージャ

## ■ 革新、市場および社会

### ❖ 社会と時間的展望における役割



市場

受け入れ  
または  
無視

牽引



革新



社会に既存の  
問題を明白化



社会

問題:

- 限られた量の**資源**
- 社会の異なる層からの対立する**期待**

## ■ 革新、市場および社会

### ❖ 省察(原因となる4ステップ)

現在の状況を明確に描き出す  
(技術と市場)

どの資源が不足することになるかを予測する

どの期待が対立することになるかを予測する

どのような問題に社会が直面することになるかを予測する

市場が何を要求することになるかを予測する

目標:  
ビジネスを行う

## ■ IBMからの成功事例

IBM Research

Global  
Technology  
Outlook  
2012



1982年以来、IBM研究センターは  
**Global Technology Outlook(GTO)**のために  
その世界中の一流科学者の独自能力を投入している。

GTOは、IBMや世界を変える重要で破壊的な技術の特定を  
模索して**3年から10年先**を見据えた総合的解析である。

完成したGTOは、IBM内で**焦点および投資の領域を決定する**  
のに使用され、教育プログラムやクライアントへの説明会を  
通してクライアント、学者およびビジネス・パートナーを含む、  
ITに影響を与えるさまざまな人々と広く共有される。

GTOは  
**完全**ではない:  
予測は難しい

GTOは**空論**ではない:  
ビジネスによって  
推進されている

GTOは**無視**されてい  
ない: GTOに基づく投資額  
は1億ドル以上

# 将来の革新を予測

## ■ 技術予測、範囲およびアプローチ

### ❖ 技術予測:

- 将来の特定時間における特定場所での技術の出現、性能、特徴および影響に関する分かりやすい記述
- (何が? いつ? どこで? なぜ?)

### ❖ 予想:

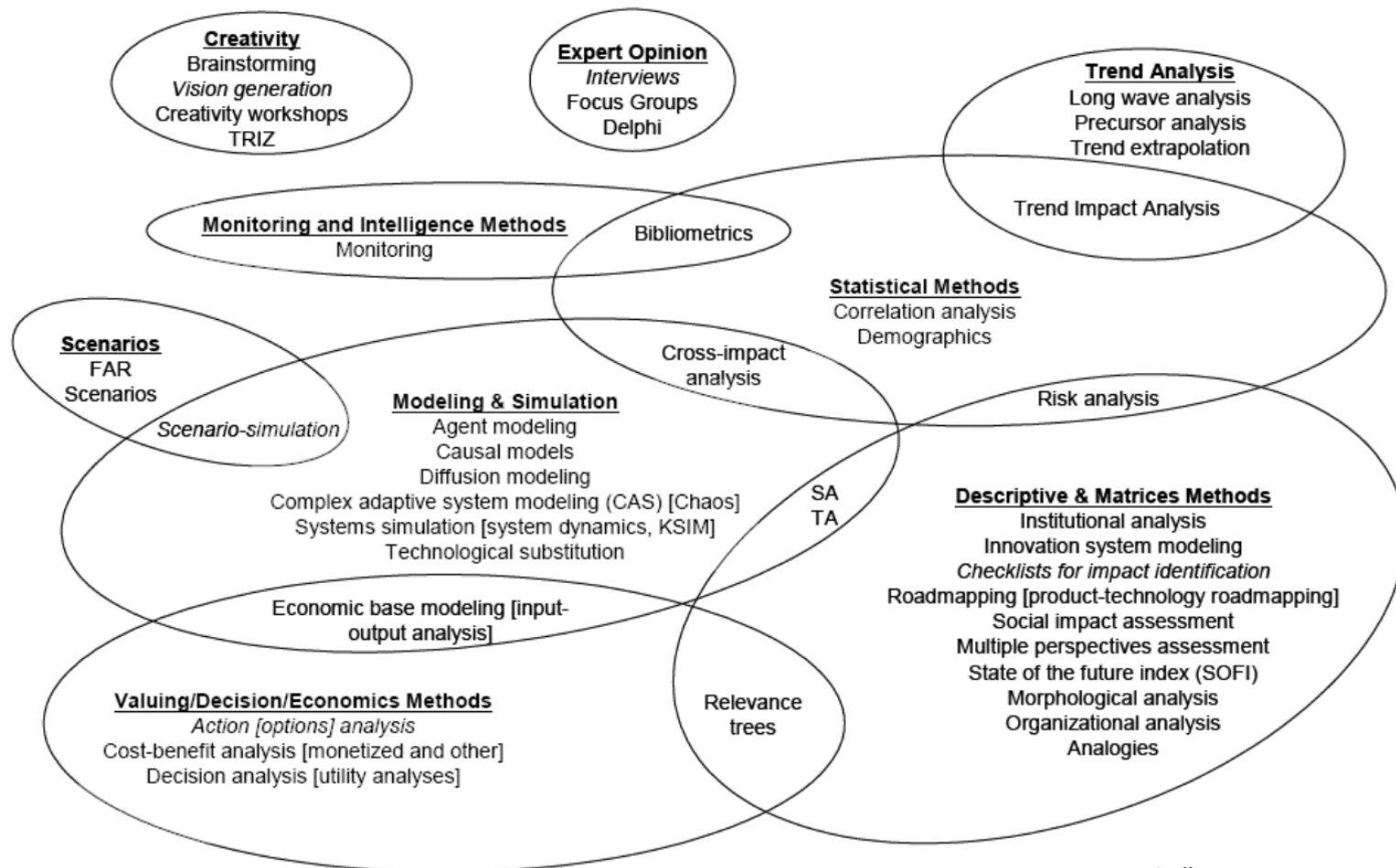
- 将来について出された声明、予期的な見通しまたは知見。ほとんどが定性的な内容。
- (何が? なぜ?)



# 将来の革新を予測

## ■ 技術予測、範囲およびアプローチ

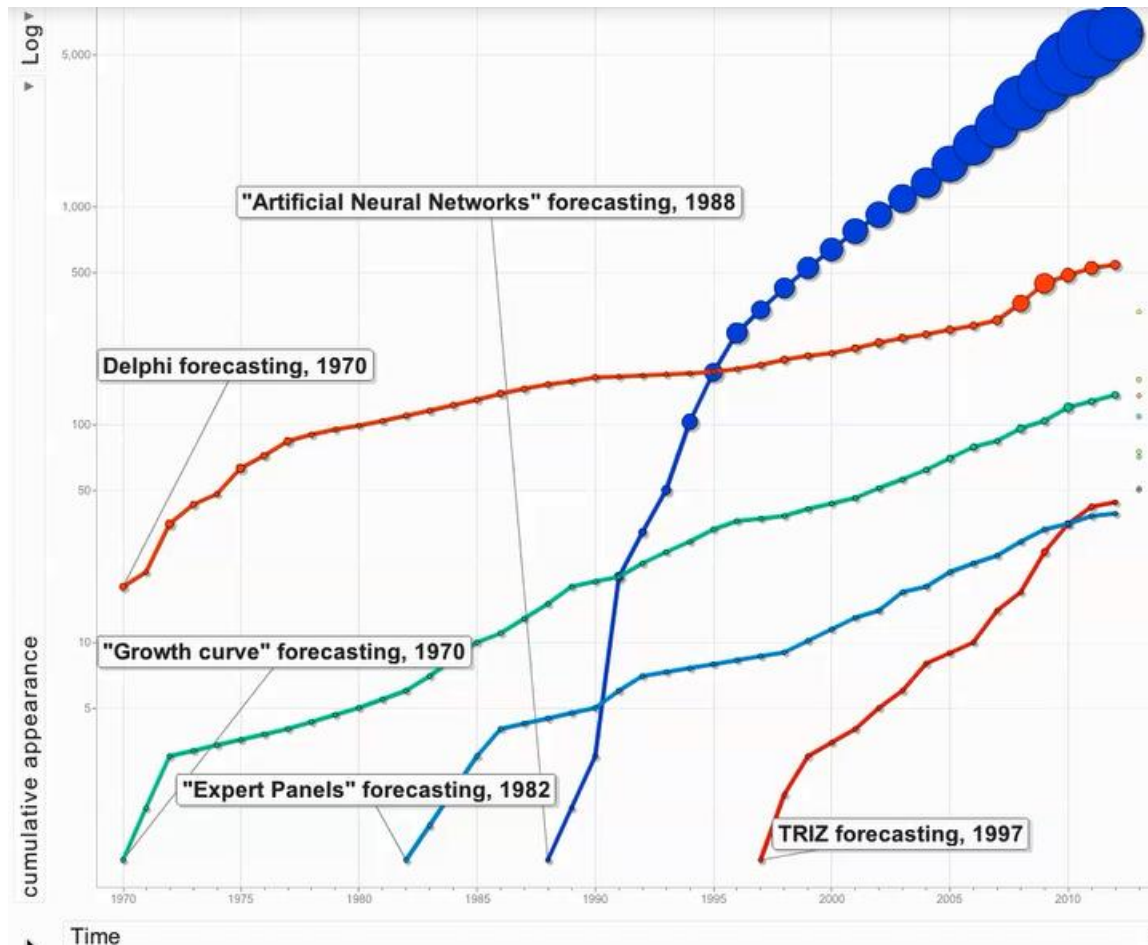
### ❖ 予測のタイプ:



出典: Phillips, Heidrick, Potter

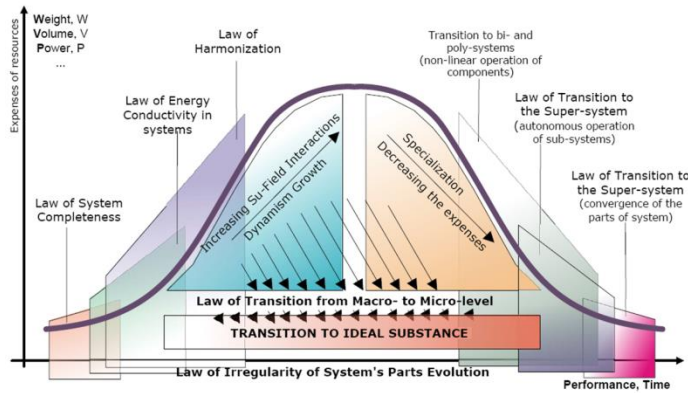
## ■ 技術予測、範囲およびアプローチ

### ❖ 予測のタイプ: 記事の累積出現

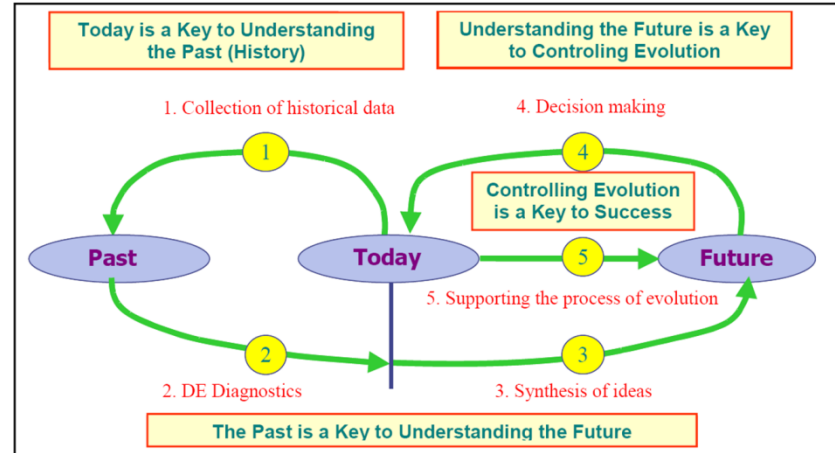


## TRIZに基づく技術予測

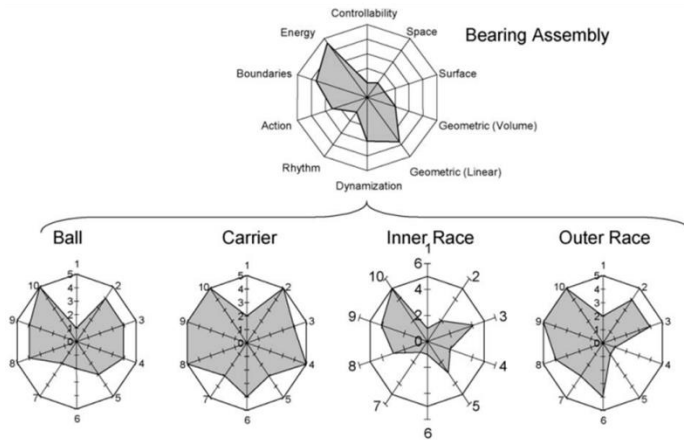
Salamatov Y.P (1984-1991)\*:  
wave model (bell-shaped running curve)



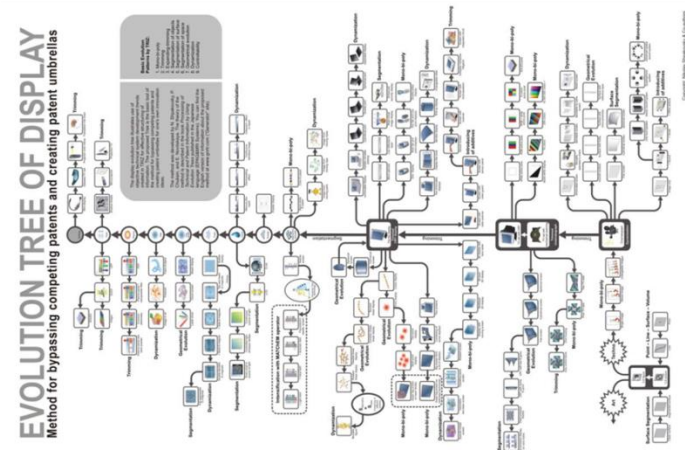
Directed Evolution (Zlotin, Zusman, 2001)



Evolutionary Potential (Mann 2003)



Evolution Trees (Shpakovsky, 2006)



## ■ 一般情報

- ❖ プロジェクト期間: 48カ月間(2012年1月～2015年12月)
- ❖ 契約番号: FP7-PEOPLE-2011-IAPP- 286305
- ❖ 総EU貢献: €1,690,454.00
- ❖ パートナー:



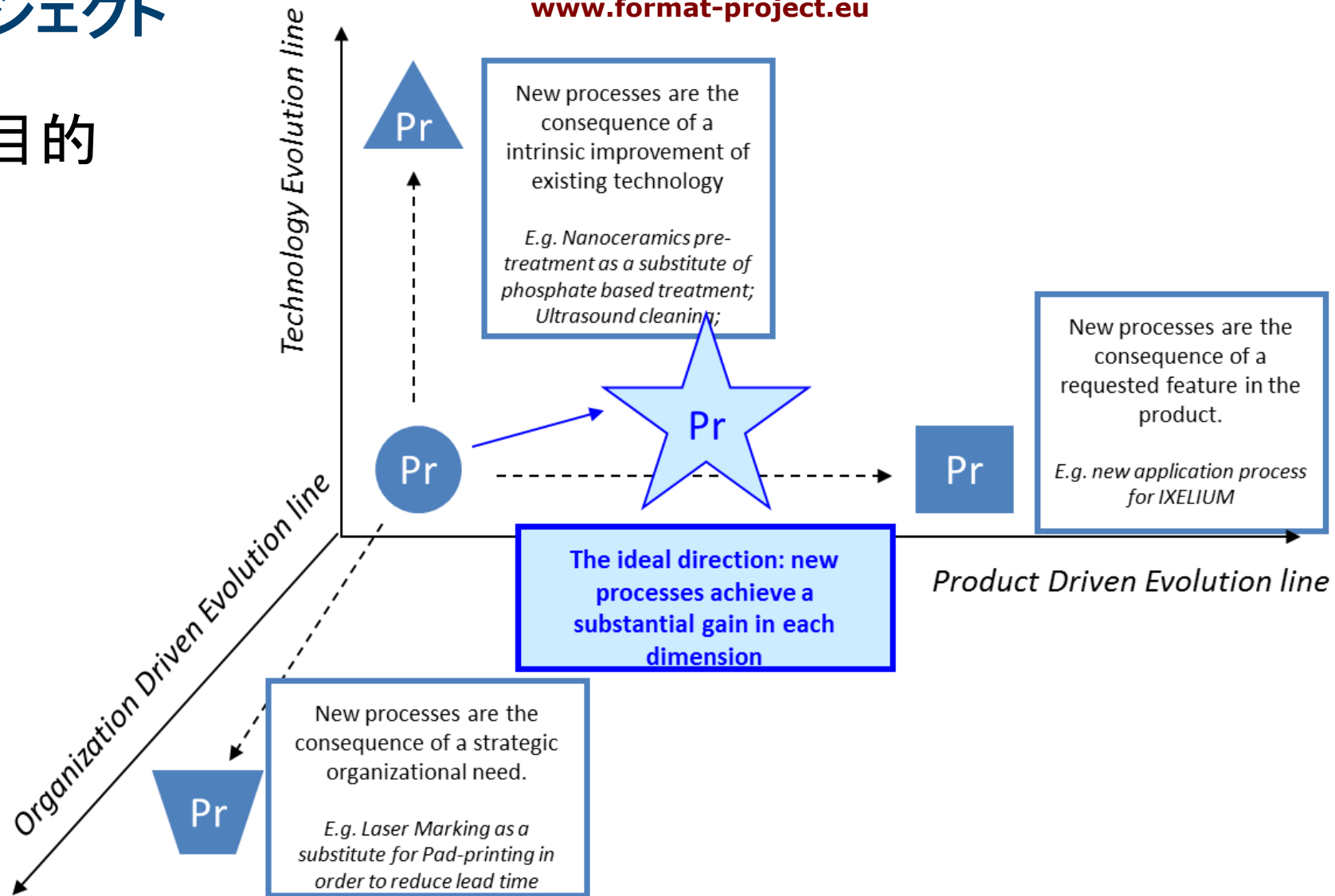
## ■ 目的

- ❖ FORMATプロジェクトは製造産業における意志決定を支持する革新的な予測手法を開発することを目的としており、以下の3つの視点に向かい、応じている:
  - 1. 製品発展: 新製品のデザインは、製品自体が製造されるための新たなプロセス技術を必要とすることがありえる
  - 2. 技術進化: 技術的な圧力は、品質改良と資源消費削減のための製造プロセスにおける変化と改良につながる
  - 3. 組織進化: 新たな規則や産業戦略は、生産性、人員雇用、統合など、製造プロセスにおける変化を含意しえる



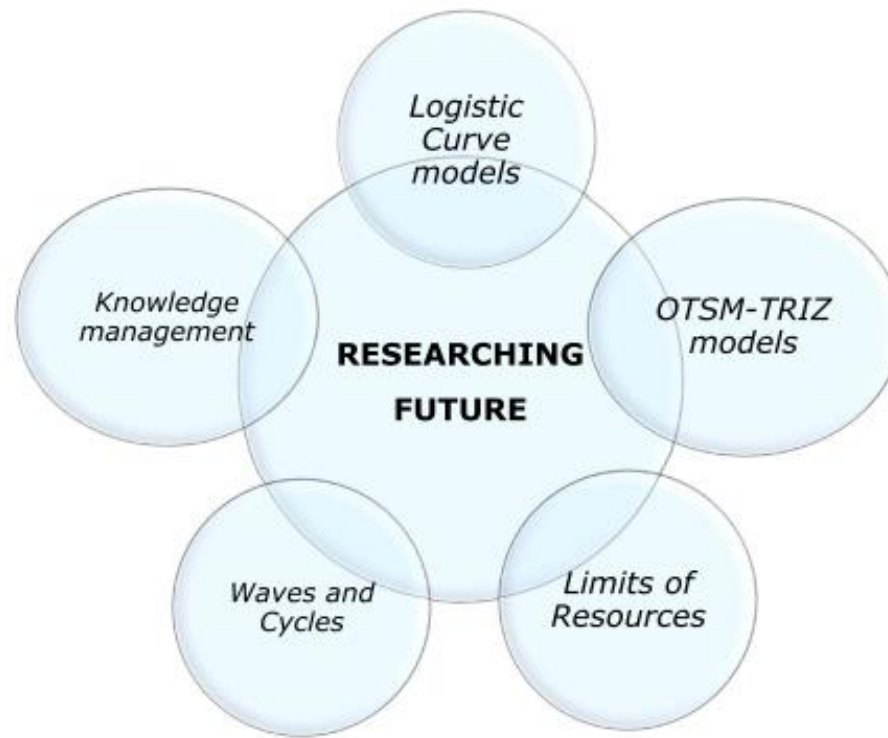
# FORMAT プロジェクト

## ■ 目的



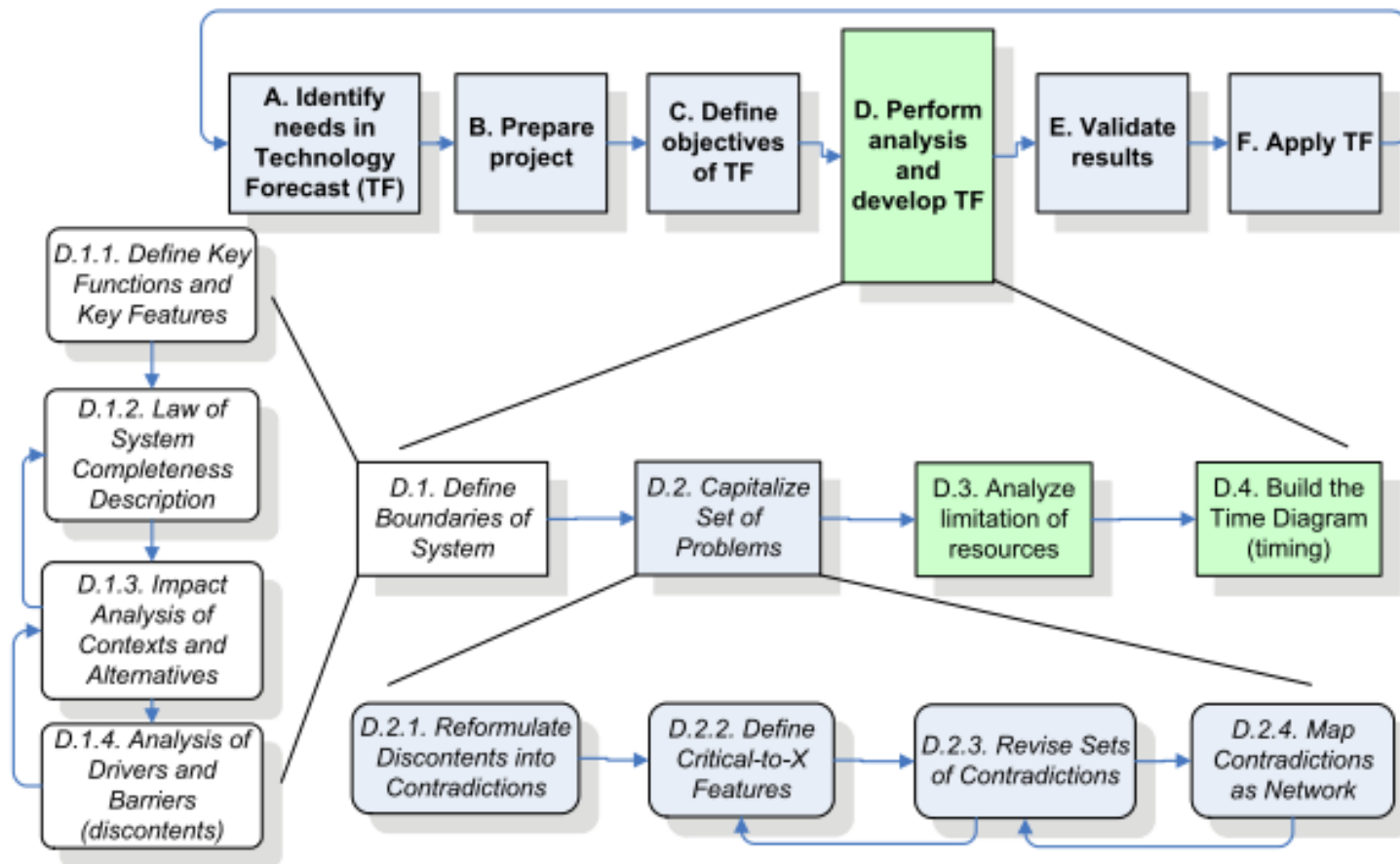
## ■ 参照モデルと実績の一部

❖ 将来の手法を研究 (D. Kucharavy, 2008)



## ■ 参照モデルと実績の一部

❖ 将来の手法を研究 (D. Kucharavy, 2008)



## ■ 参照モデルと実績の一部

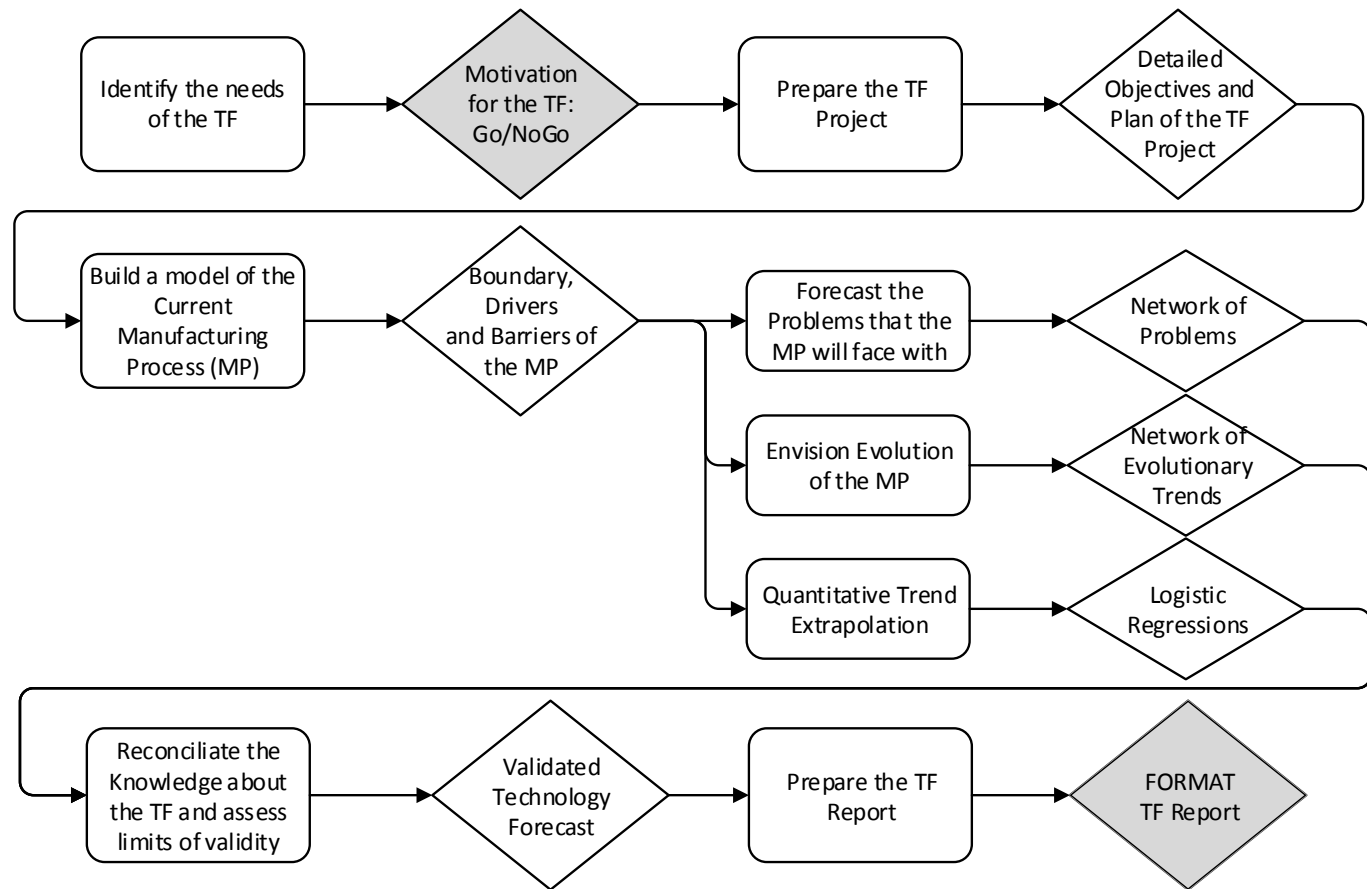
### ❖ 技術予測のためのステージゲート・プロセスモデル

凡例

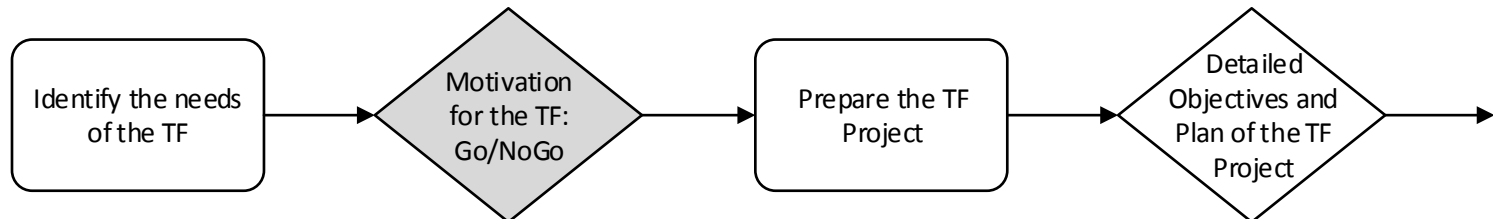
Activities  
(Methods and Tools are suggested, but are not mandatory)

Internal Outputs  
(Standard Format, mandatory)

Outputs and Decisions  
(Standard Template, mandatory)



## ■ 技術予測のためのステージゲート・プロセスモデル



### ❖ 技術予測ニーズの特定

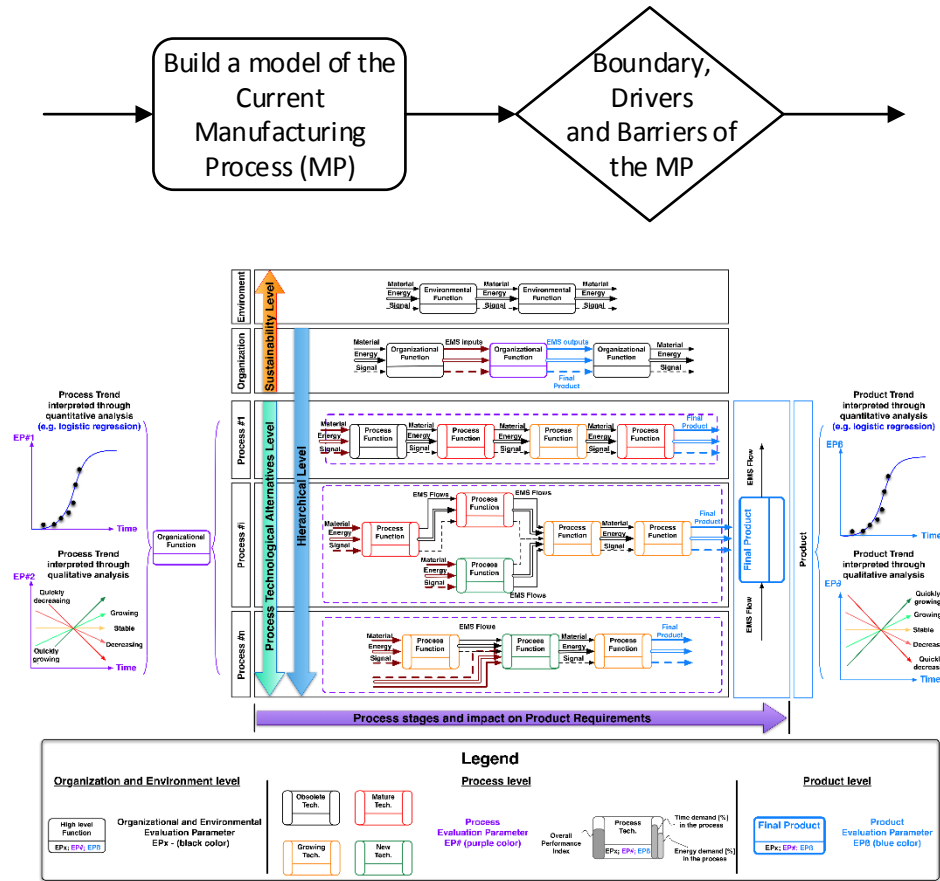
- 主たる目標と期待される結果は？
- それは意志決定プロセスのためにどう適用されるのか？
- 策定された需要を技術予測なしで満たすことができるか？ → 決行/中止

### ❖ 技術予測プロジェクトの準備

- 研究を行うにあたり利用可能な、そして必要なリソースは？
- プロジェクト実現に最適な期間は？
- クライアント、コアチームおよび必要な外部関係者は？
- 技術予測プロジェクトの明確な目標は？
- 如何なるような質問に答えるべきか？ → プロジェクトの綿密な計画

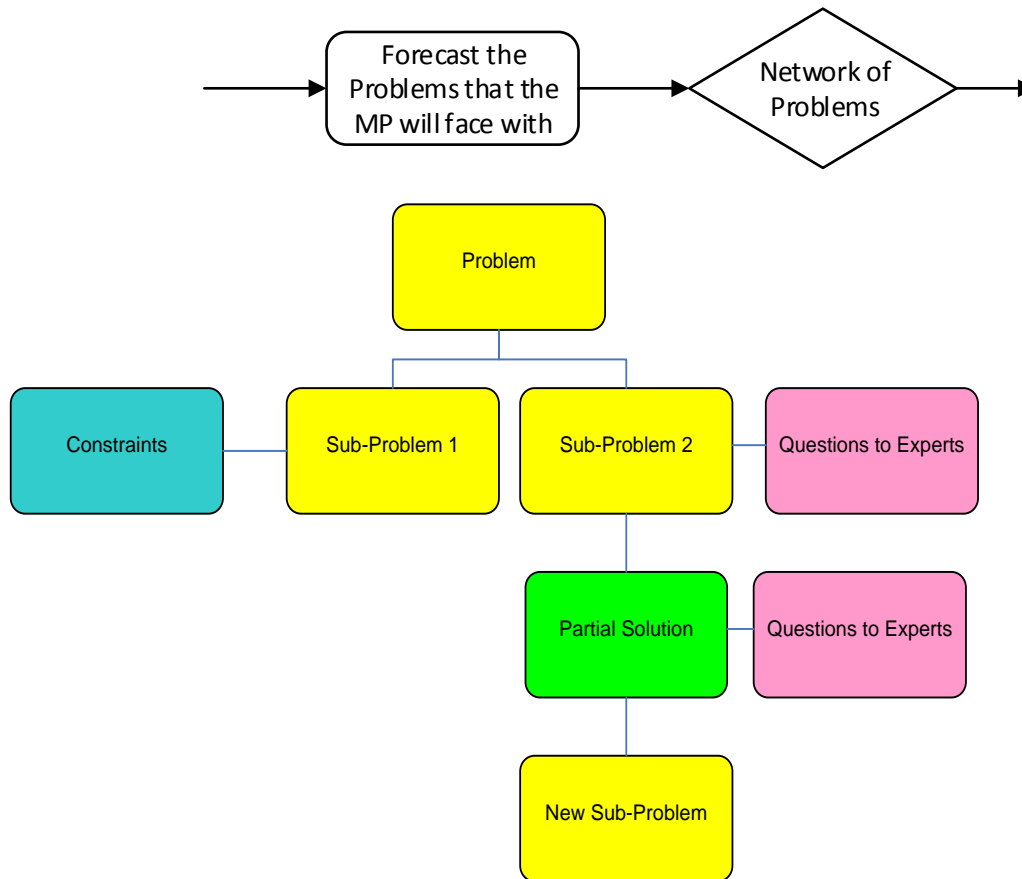


## ■ 技術予測のためのステージゲート・プロセスモデル



出典: Becattini N., Cascini G., Nikulin C.: "Modelling the dynamics of products and processes requirements", 第13回 TRIZ Future Conference, パリ(フランス)、2013年10月29日~31日

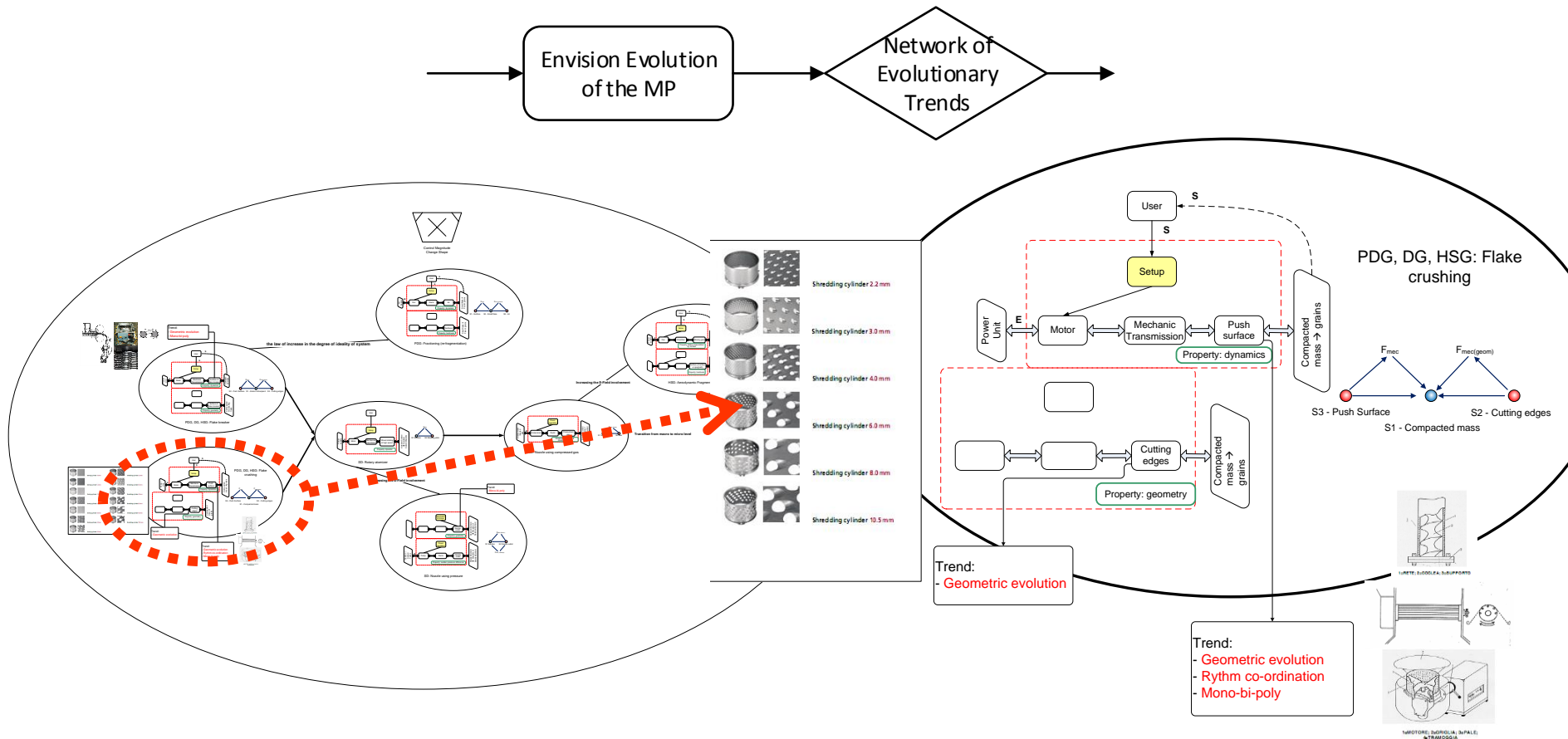
## ■ 技術予測のためのステージゲート・プロセスモデル



Nikolai Khomenko

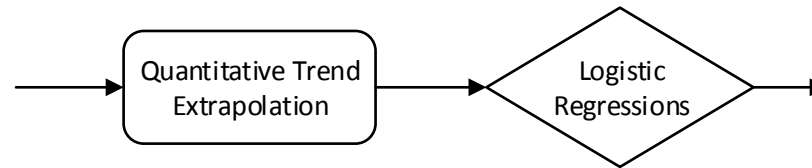
Khomenko N., De Guio R., Lelait L., Kaikov I., 2007, "A framework for OTSM-TRIZ Based Computer Support to be used in Complex Problem Management", Int. Journal of Computer Applications in Technology, Vol.30(1-2) / 2007, pp. 88-104.

## ■ 技術予測のためのステージゲート・プロセスモデル



Cascini G., Rotini F., Russo D.: "Networks of trends: systematic development of system evolution scenarios", 8th ETRIA TRIZ Future Conference, The Netherlands, November 5-7, 2008 - Procedia Engineering, Volume 9, 2011, Pages 355-367

## ■ 技術予測のためのステージゲート・プロセスモデル

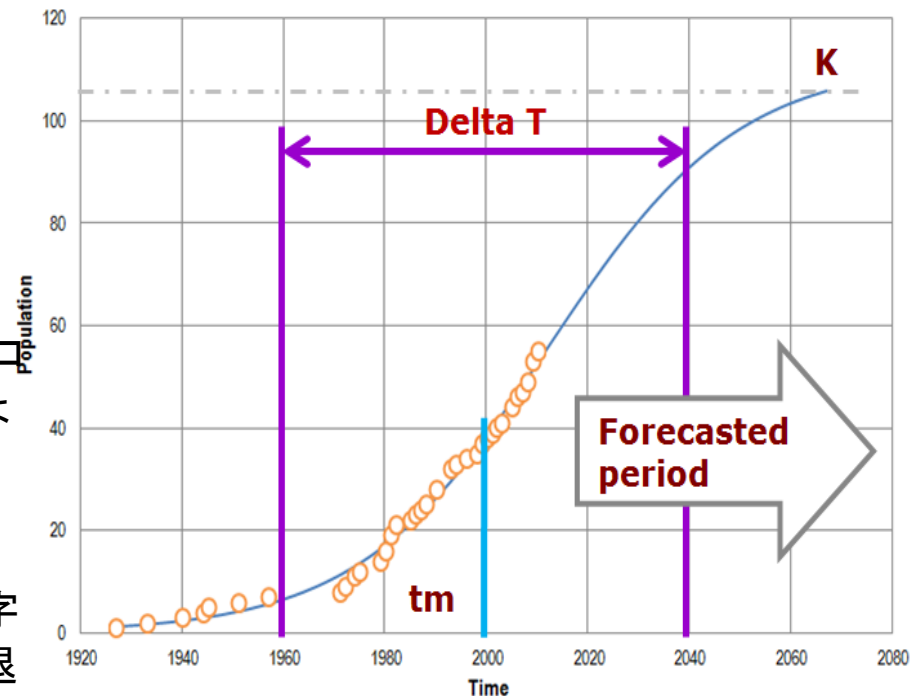


$$N(t) = \frac{K}{1 + e^{\left[-\log\left(\frac{81}{\Delta t}\right)(t-t_m)\right]}}$$

Meyer (1994)

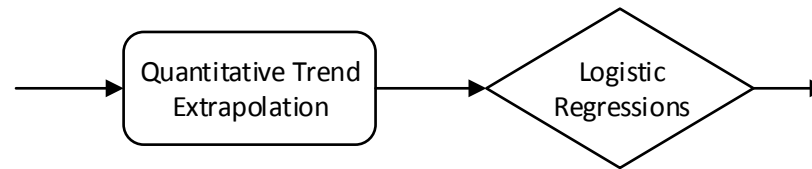
### 競争下での成長

- 競争下にある自律システムの自然増加には、ロジスティック方程式やロジスティックS字カーブによって表現できるものもある
- 自然増加は、有限な‘生態的地位収容可能数’内で‘種’が増殖する能力と定義される
- 社会技術システムにおいて、3パラメータのS字型成長モデルは、時間経過に対する成長や衰退の「軌跡」を説明するのに適用される



ソース: ドミトリー-Kucharavy

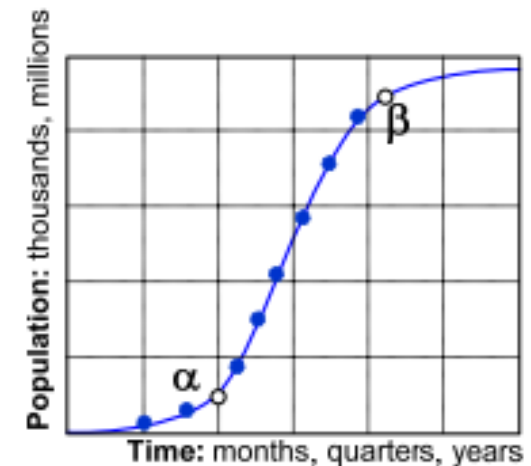
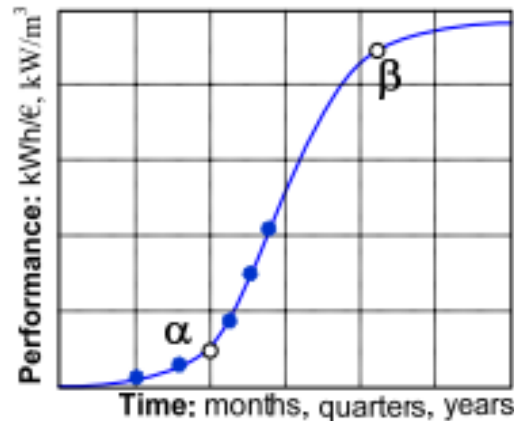
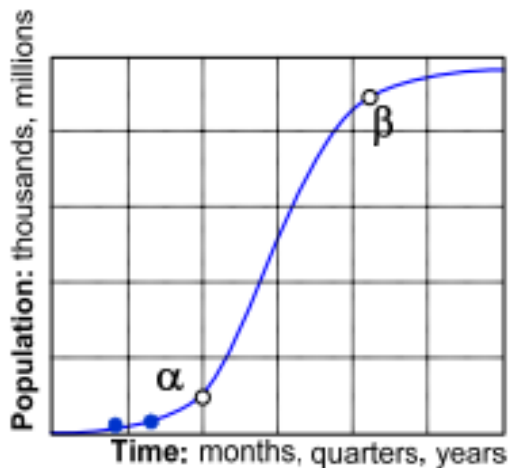
## ■ 技術予測のためのステージゲート・プロセスモデル



new-to-the-world

new family of  
product

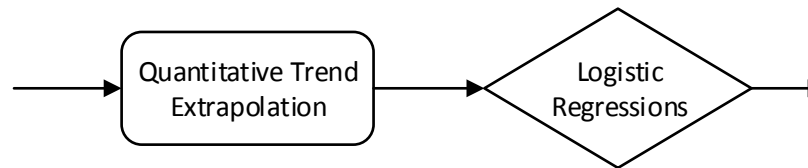
new market  
penetration



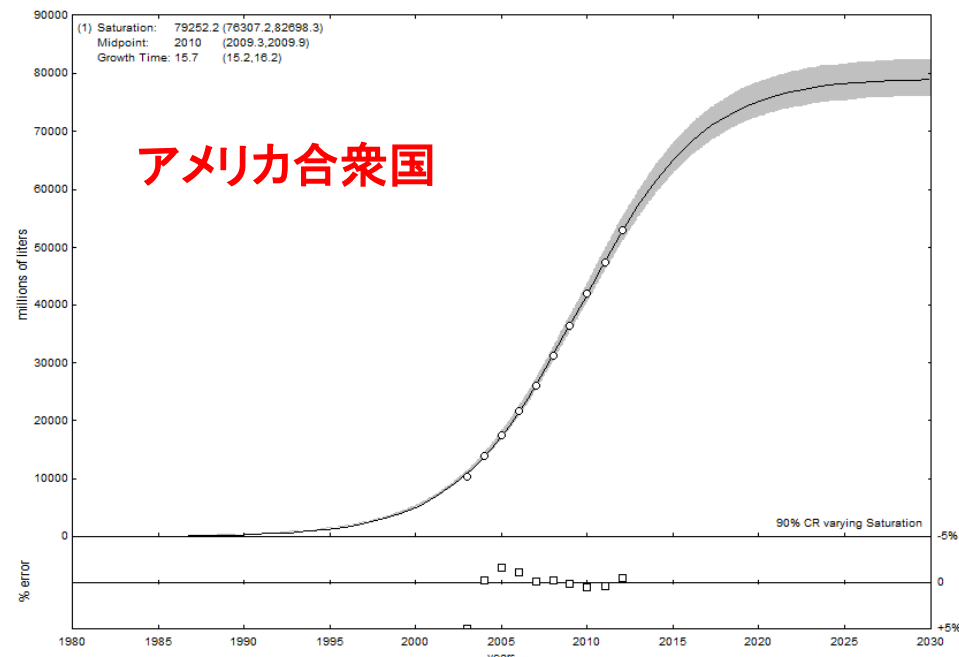
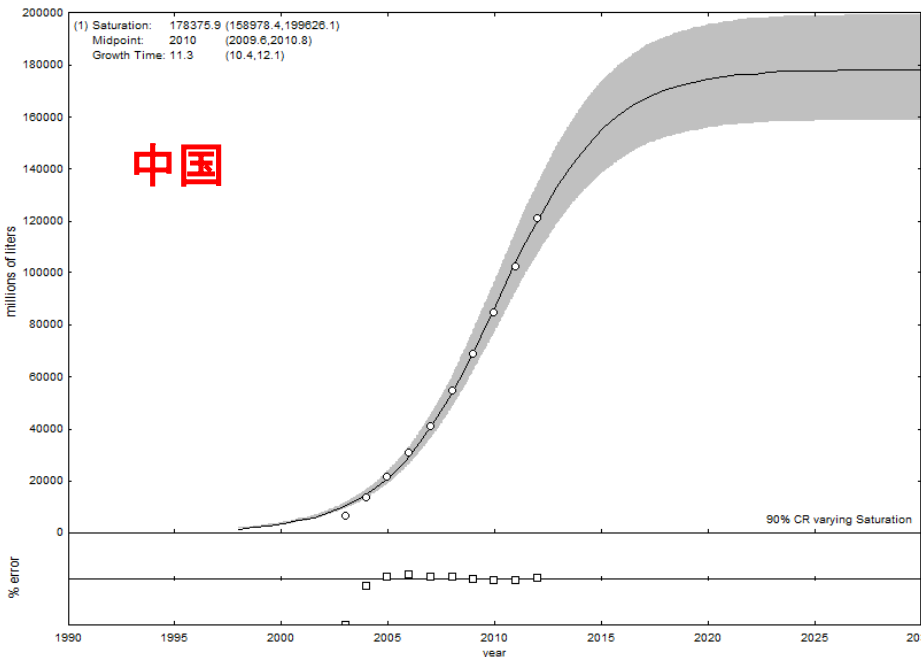
出典: Dmitry Kucharavy



## ■ 技術予測のためのステージゲート・プロセス・モデル

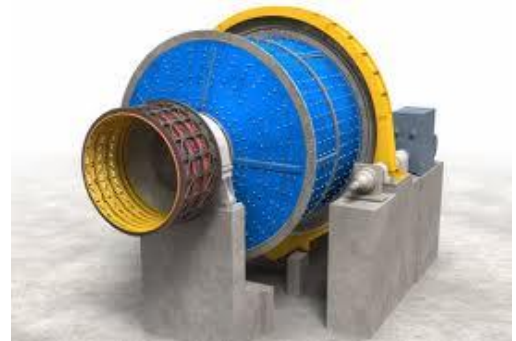
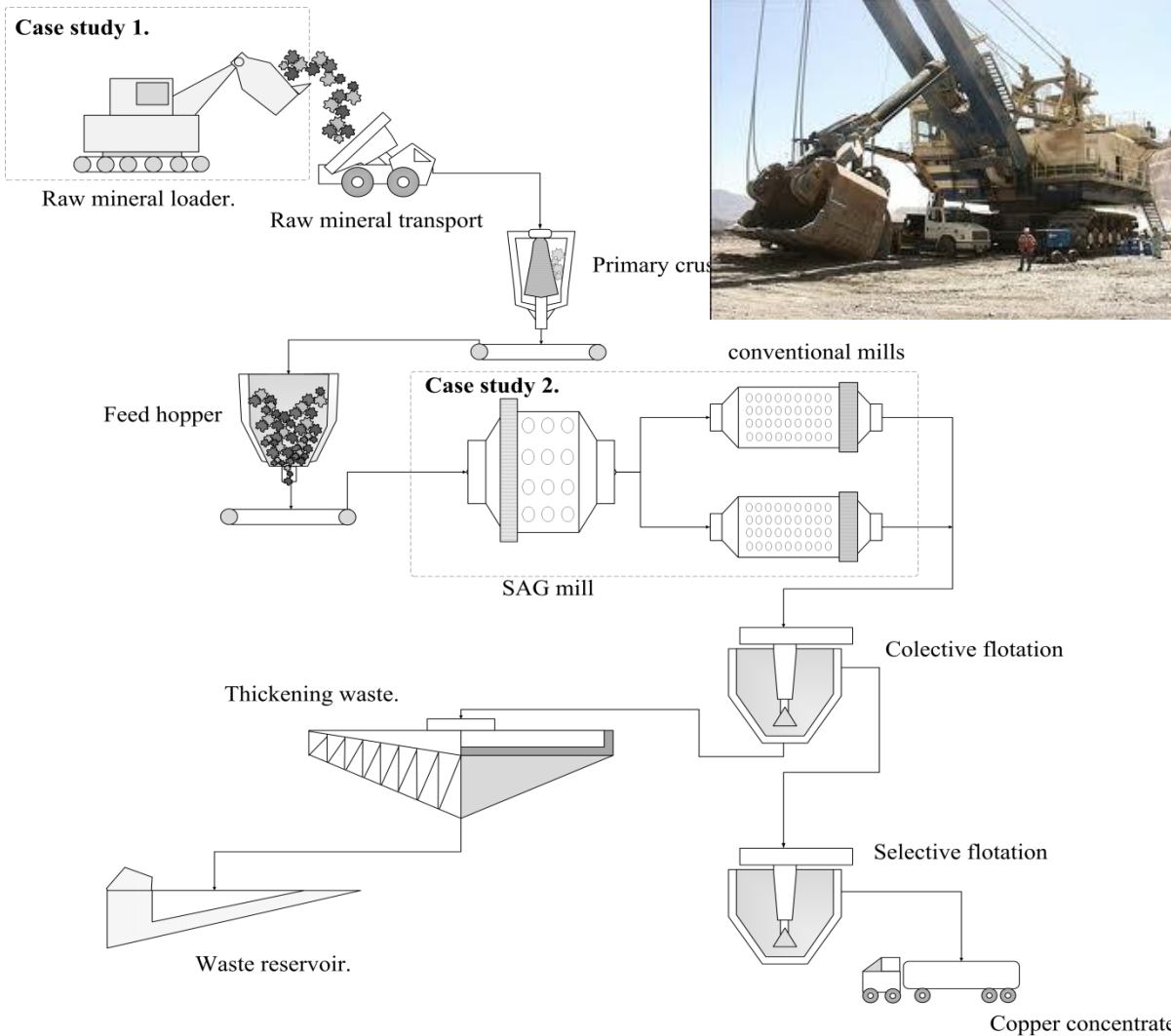


### 製品XXXの累積市場成長



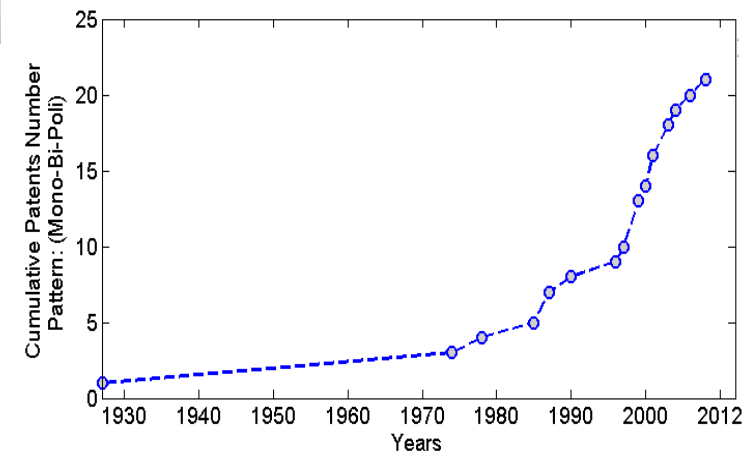
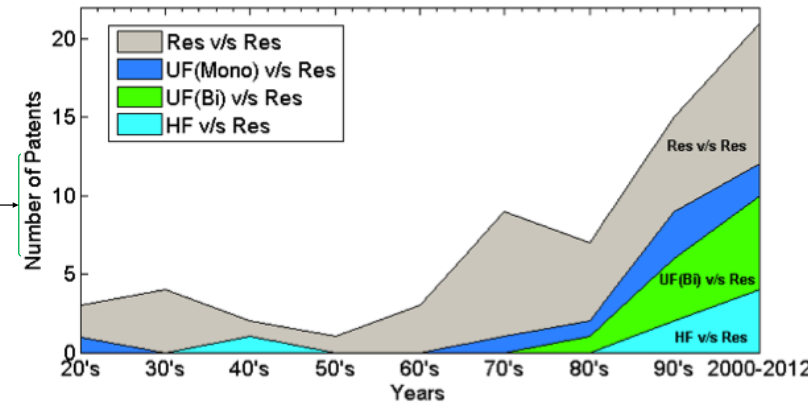
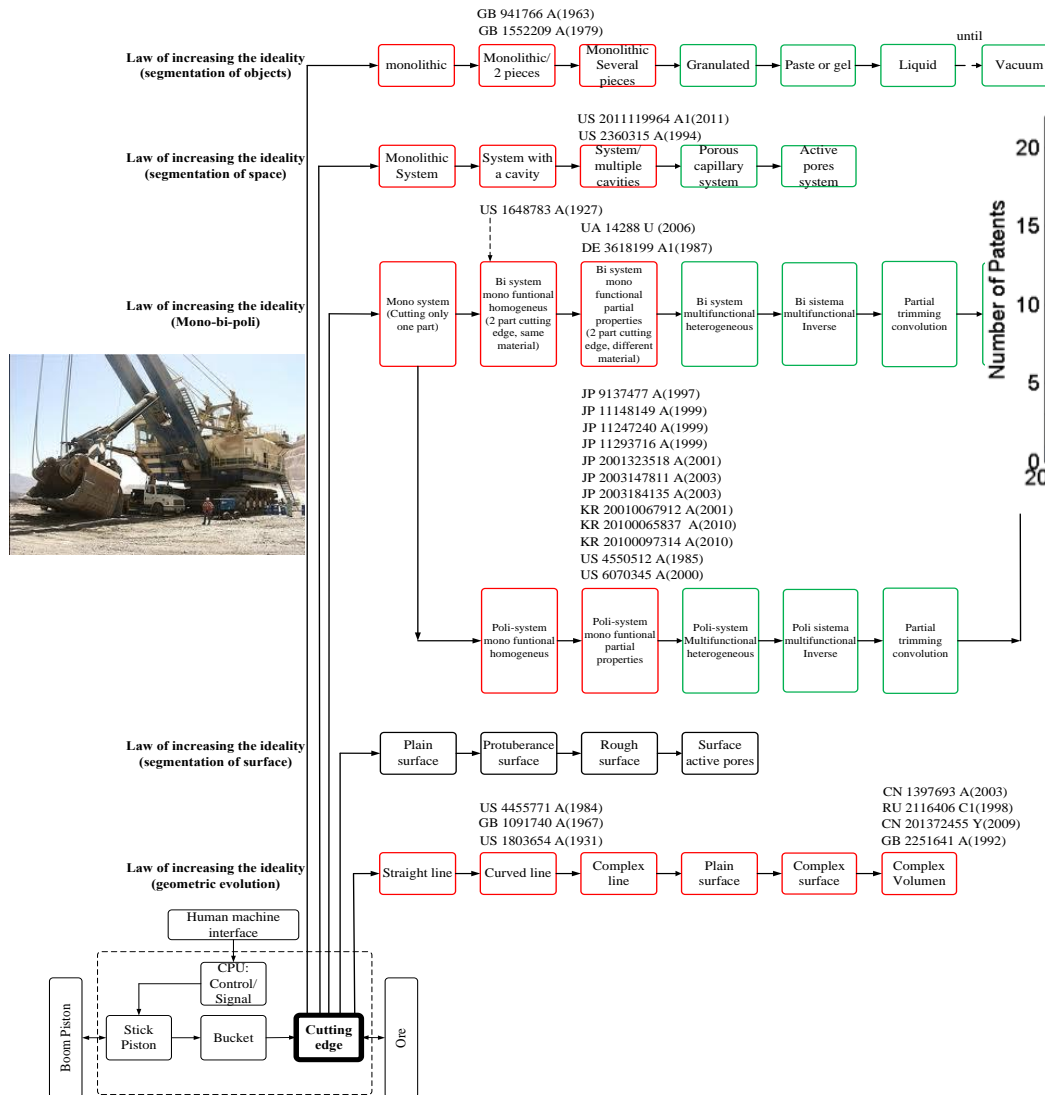
ケーススタディ: Food Processing Sectorで働いているヨーロッパの会社

# ケーススタディ: 採掘プロセス(チリ)



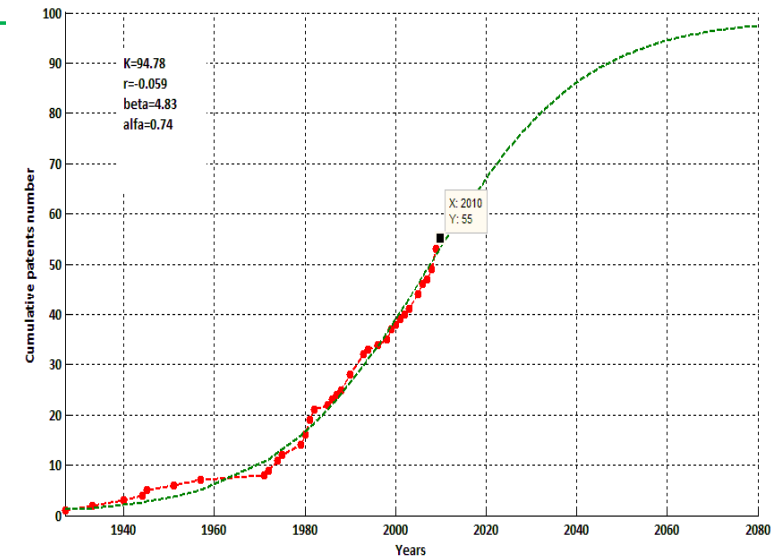
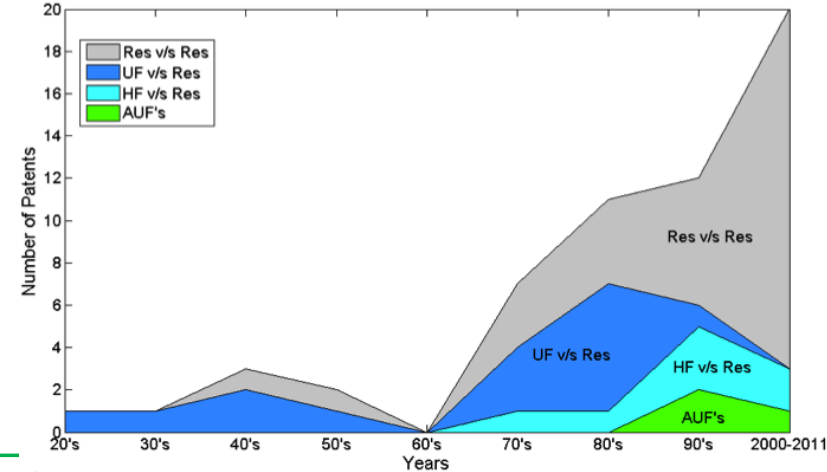
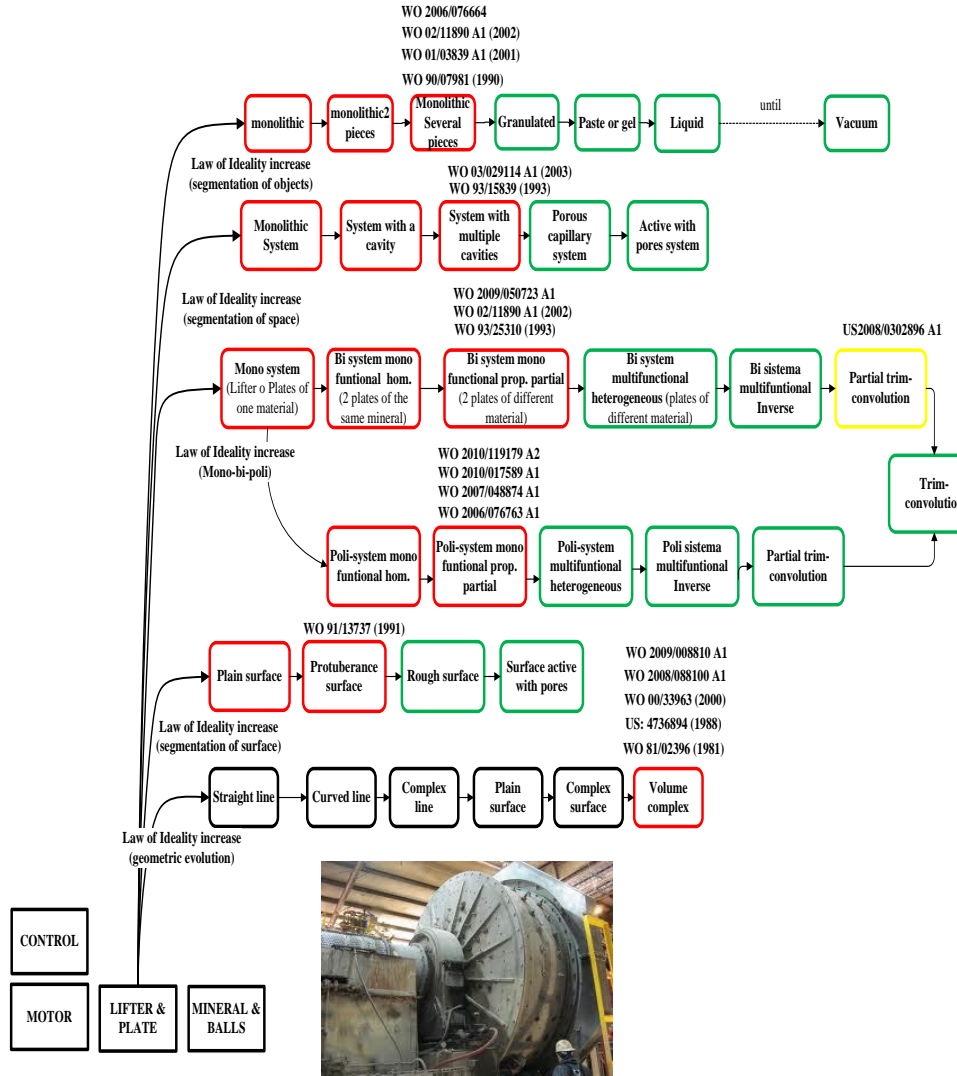
# ケーススタディ: 採掘プロセス(チリ)

## 採掘シャベル



# ケーススタディ: 採掘プロセス(チリ)

## ◆ SAG圧搾機



- 投資リスクは、技術進化と社会変動の適切な予測により減少できる
- TRIZは技術予測に対して効果的なサポートを提供するが、「いつ？」とか「どこ？」といった質問をするのには向いていない（予測ではなく、予想）
- この分野には多数の補足的な理論や手法が存在する
- TRIZの進化法則に基づくモデルと傾向外挿用の数理モデルを統合することにより、質的かつ量的な技術予測をするために十分な能力が得られると考えられる
- 以下、FORMATプロジェクトの今後の発展を見守ってください：
  - ❖ [www.format-project.eu](http://www.format-project.eu) から自由にダウンロード可能な成果物
  - ❖ 2014年春に発行予定の FORMAT手法に関するハンドブック

お時をとっていただき  
ありがとうございました!!



**Gaetano Cascini**

[gaetano.cascini@polimi.it](mailto:gaetano.cascini@polimi.it)

[www.kaemart.it](http://www.kaemart.it)

[www.mecc.polimi.it](http://www.mecc.polimi.it)

[www.format-project.eu](http://www.format-project.eu)