

あすた会
2012.1.25

エンジニアリングとはなんだろう？ 根本的エンジニアリングの提案

日本工学アカデミー

根本的エンジニアリングの実装作業部会

鈴木 浩 (GEエナジー)

目次

- 提言にいたった動機
- メンバー
- 根本的エンジニアリングの概念
- これまでの検討状況
- MECIスパイラル
- 根本的エンジニアリングの場の創造
- 今後のアクションプラン

提言にいたった動機

第3期科学技術基本計画では、6つの目標が掲げられ、5年間で25兆円が費やされた。

その成果として、（相澤益男議員による）

- ノーベル賞受賞者が多数出た
- スーパースターが誕生した
- 23の革新的技術が成長した
- 国家基幹技術が同定された
- 世界トップ拠点が形成された
- 多様なシステムの改革が進展した。

しかし、第1期から3期までの15年間で多くのイノベーションが生まれたか？
もう一度、エンジニアリングの概念を見直してみよう。

根本的エンジニアリングの実装 作業部会メンバー

- ・ 部会長:鈴木 浩 (GEエナジー 技監)
- ・ 副部会長:大来雄二 (金沢工業大学 客員教授)
- ・ 副部会長:佐藤千恵 (ビズテック 代表取締役、
静岡大学客員教授)
- ・ 委員:松見芳男 (伊藤忠 先端技術戦略研究所長)
- ・ 委員:勝又一郎 (その場考学研究所 代表)
- ・ 委員:永田宇征 (国立科学博物館 主任調査員)
- ・ 委員:伊藤裕子 (文部科学省 科学技術政策研究所
SciSIP室長)
- ・ 委員:池田佳和 (大谷大学 教授)
- ・ 委員:小松康俊 (渡辺製作所 製品開発部長)

シュンペーターによるイノベーションの定義 1883-1950

- 1 . 創造的活動による新製品の開発
- 2 . 新生産方法の導入
- 3 . 新マーケットの開拓
- 4 . 新たな資源の獲得
- 5 . 組織の改革

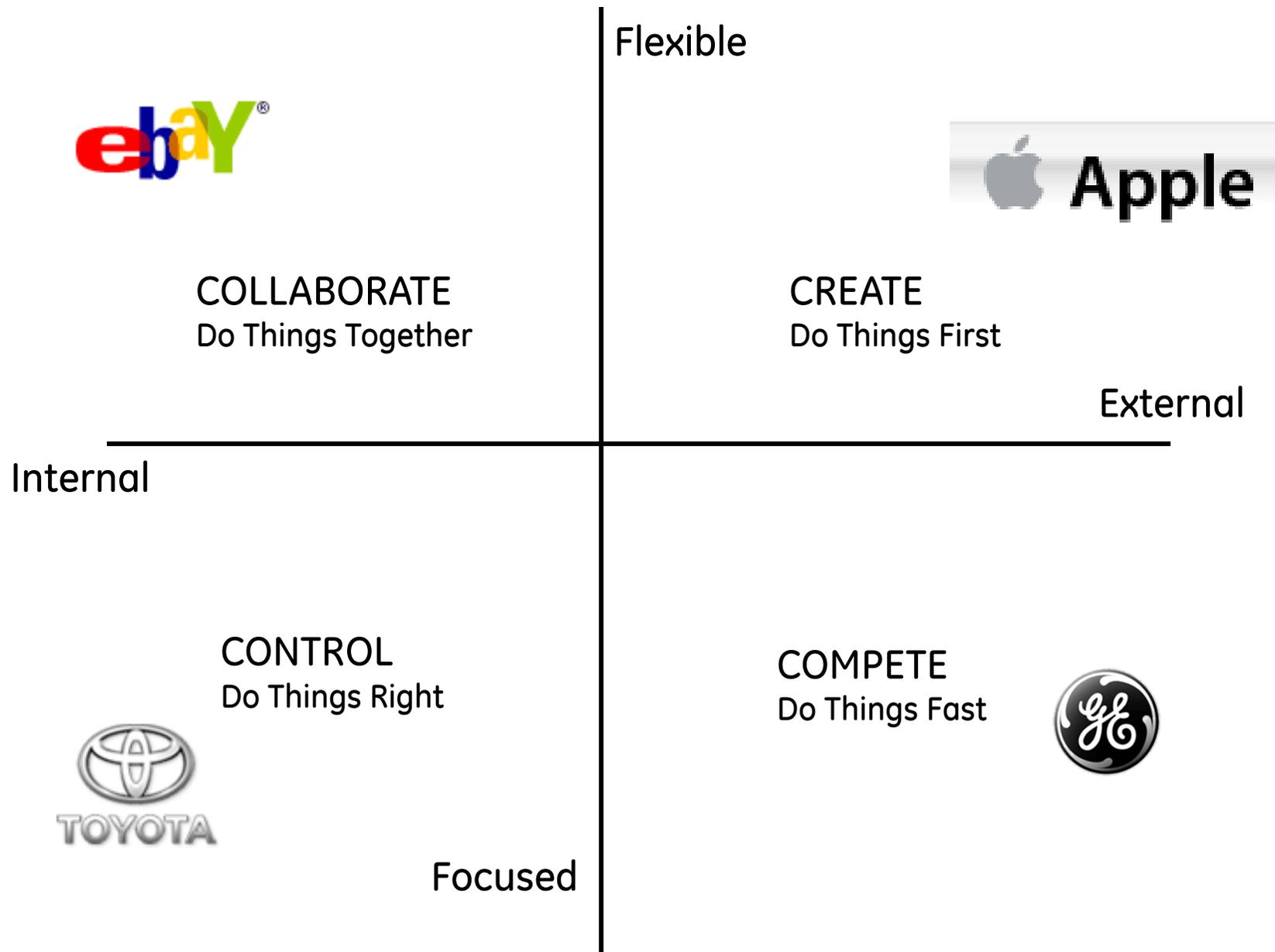
等により起業家(アントレプレナー)が、既存の価値を破壊して新しい価値を創造してゆくこと(創造的破壊)

イノベーションの3つのタイプ

- *Type 1: Breakthrough* (ブレイクスルー)
- *Type 2: Nuts and Bolts* (改良型)
- *Type 3: Complex System Management*
(複雑系のマネジメント)

by R. K. Mueller

イノベーションの新しいパターン分類



INCJ (産業革新機構) investments

INCJ Investment Update

as of 22nd Sept.2011

No.	Date of Announcement	Name of Business	Description	Status	Invested Date	JPY B
1	31st Mar 2010	Alps Green Device	Device	JPY3B	17th May 2010	3
2	6th May 2010	XEPHER	Small Wind Power Business	JPY1B	17th May 2010	1
3	10th May 2010	GENUSION	Flash Memrory	JPY1.59B	12th May 2010	1.59
4	11th May 2010	Australia Water Business	Acquire Australian Water Business Company	Announced the business		
5	6th Aug.2010	LSIP	IP Fundation	JPY0.6B	14th Oct.2010	0.6
6	25th Aug.2010	ENACS	Li-Ion battery	JPY3.7675B	14th Oct.2010	3.7675
7	15th Oct. 2010	International Nuclear Development	Nuclear Business	JPY0.2B	26th Oct.2010	0.2
8	1st Nov.2010	Japan Inter	Power Device Company	JPY3.5B	28th Dec.2010	3.5
9	1st Nov.2010	Anaeropharma Science	Phermaceutical Business Venture	JPY0.7B	19th Nov.2010	0.7
10	1st Nov.2010	Chilli Water Business	Aquire Chilli Water Comanay	Announced the business		
11	27th Dec. 2010	株式会社中村超硬	Material Machining Capability Enhancement	JPY1.245B	27th Jan 2011	1.245
12	31st Jan 2011	Jeol Resonance	NMR (Nuclear Magnetic Resonance)	JPY1.5B	14th Apr. 2011	1.5
13	31st Mar. 2011	Peach Aviation	Equity Investment	JPY0.1	31st Mar.2011	0.1
14	14th June 2011	衆智達 (Wisdom Net)	Global Expansion of small automobile parts comp.	JPY1.5B	21st Sept.2011	1.5
15	21st July 2011	Miselu Inc.	Social Instrument Venture company	US\$6MM	19th July 2011	0.45
16	25th July 2011	Landis+Gyr (Toshiba)	Smartmeter Business	US\$680MM	22nd Aug.2011	51
17	15th Aug. 2011	All Nippon Entertainment Works	Expand in-country contents to overseas market	Announced the business		
18	31st Aug. 2011	Sony/Toshiba/Hitachi	Small/Mid Size Display business Consolidation	Announced the business		

JPY75/US\$

JPY75/US\$

Total JPY B 66.1525

NAEによるエンジニアリングの定義

Engineer of 2020

エンジニアリングという言葉の最も洗練された説明は、「エンジニアリングとは制約条件下でのデザインである」というものであろう。

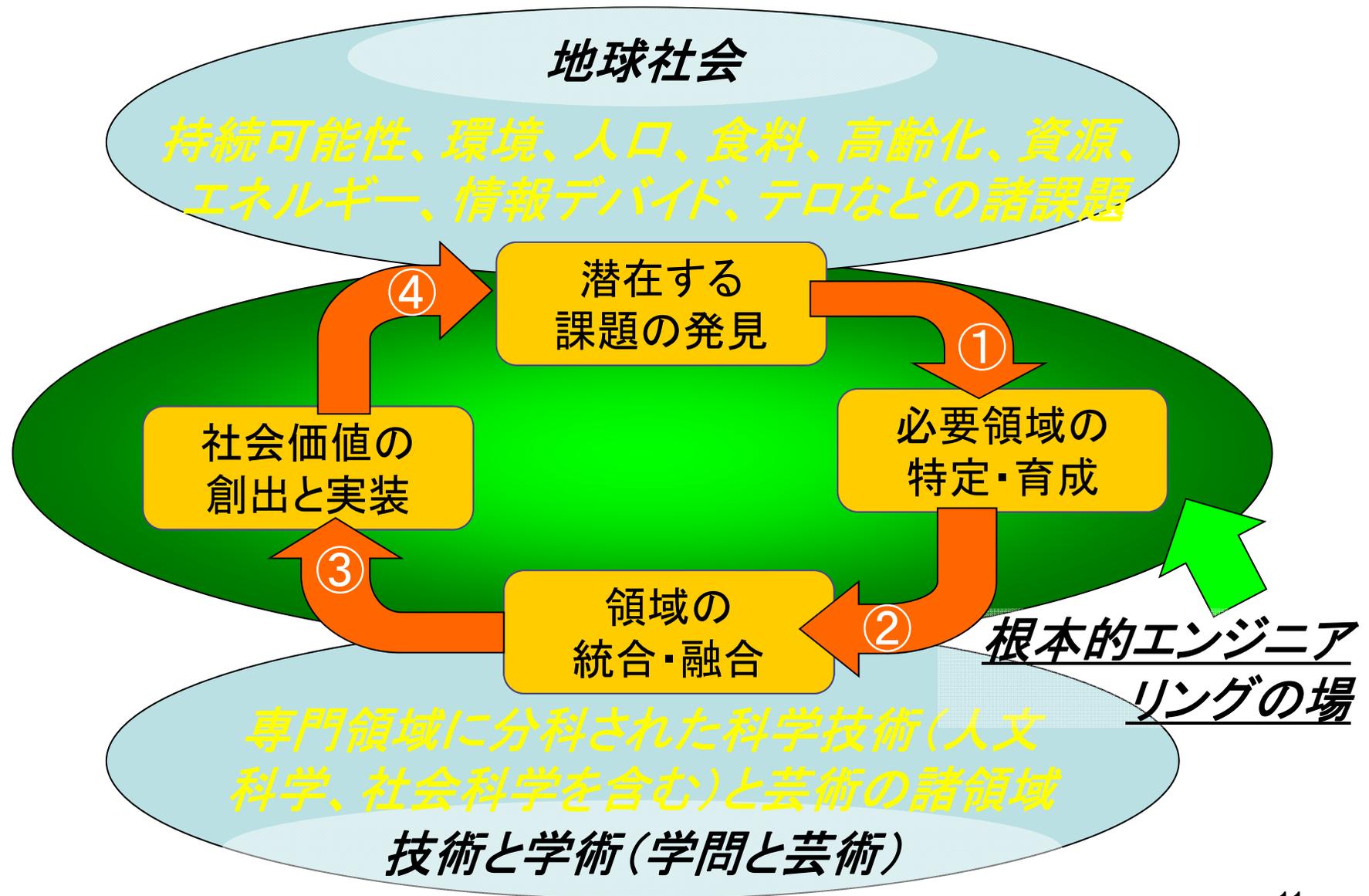
技術者はさまざまな素子、部品、部分システム、システムをデザインする。好結果を生むデザインを創造するということは、技術、経済、事業、政治、社会、あるいは倫理といった面からのさまざまな制約条件を満足させることのできる結果を生むということである。

技術はエンジニアリングの成果である。科学が直接、技術的成果を生むことはまれである。それはエンジニアリングを単に科学の応用とみなすことが正しくないことと類似している。

根本的エンジニアリング (meta-engineering) の定義

様々な顕在化した、或いは潜在的な課題を抱える地球社会、及び各分野が個々にあるいは複合的に活動する科学・技術分野とを俯瞰的にとらえ、個々の科学・技術分野の追究・融合、あるいは社会価値の創出ばかりでなく、地球社会において解決すべき課題の発見、そしてよりの確な次の社会価値創出へとつながるプロセスを、動的且つスパイラルに推進していくエンジニアリングの概念

根本的エンジニアリング (Meta-engineering) の概念図



根本的エンジニアリングのトレイツ

- Why

社会にとっての科学技術戦略の必要性、何を技術で解決すべきか

- What

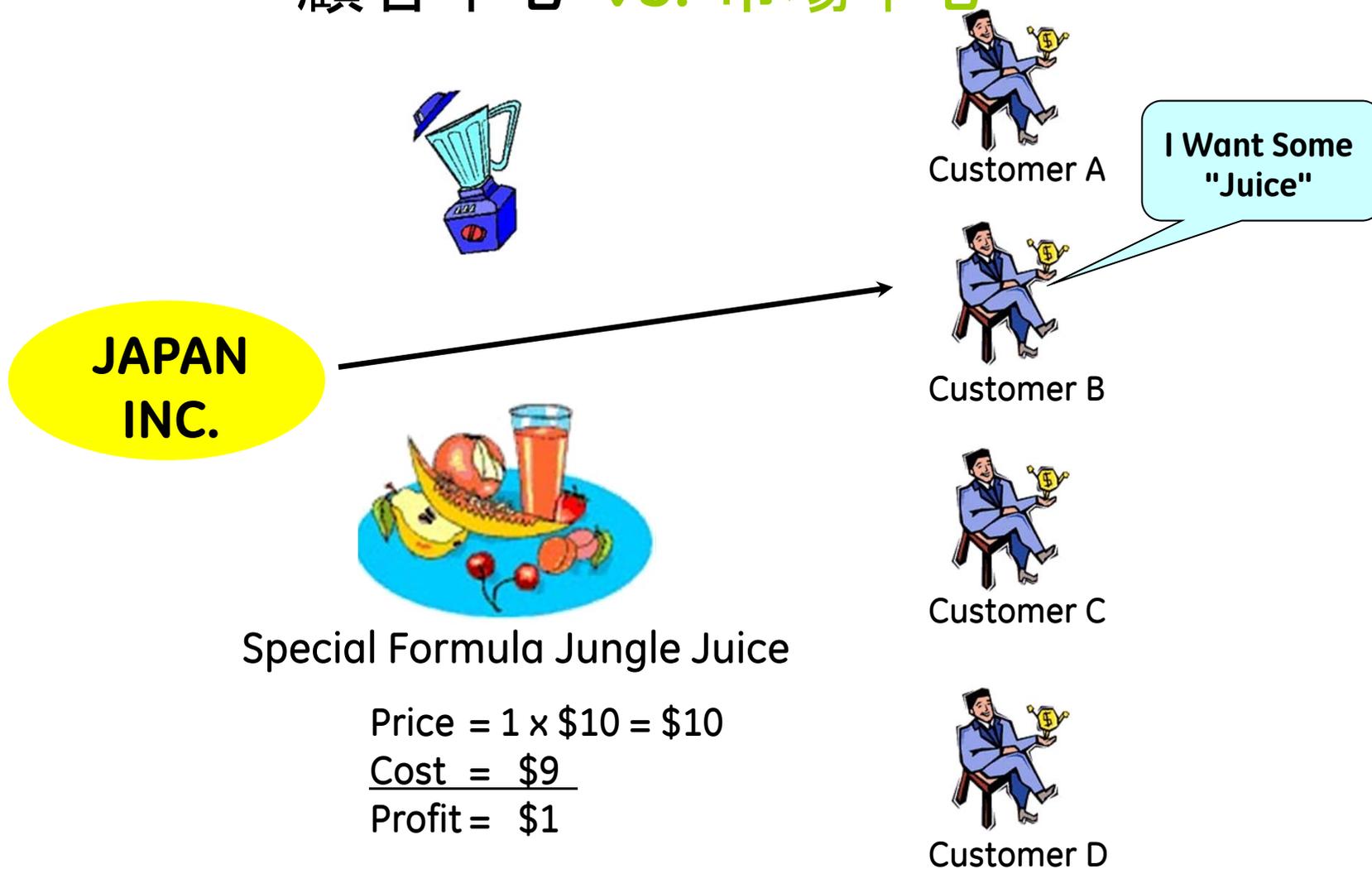
多様な課題の上位概念としての共通的な且つ抽象化された技術課題は何なのか、そのためにどのような技術が必要なのか

- How

科学技術と課題を結びつけるプロセスの活動、如何に科学技術を用いて価値を創出するか

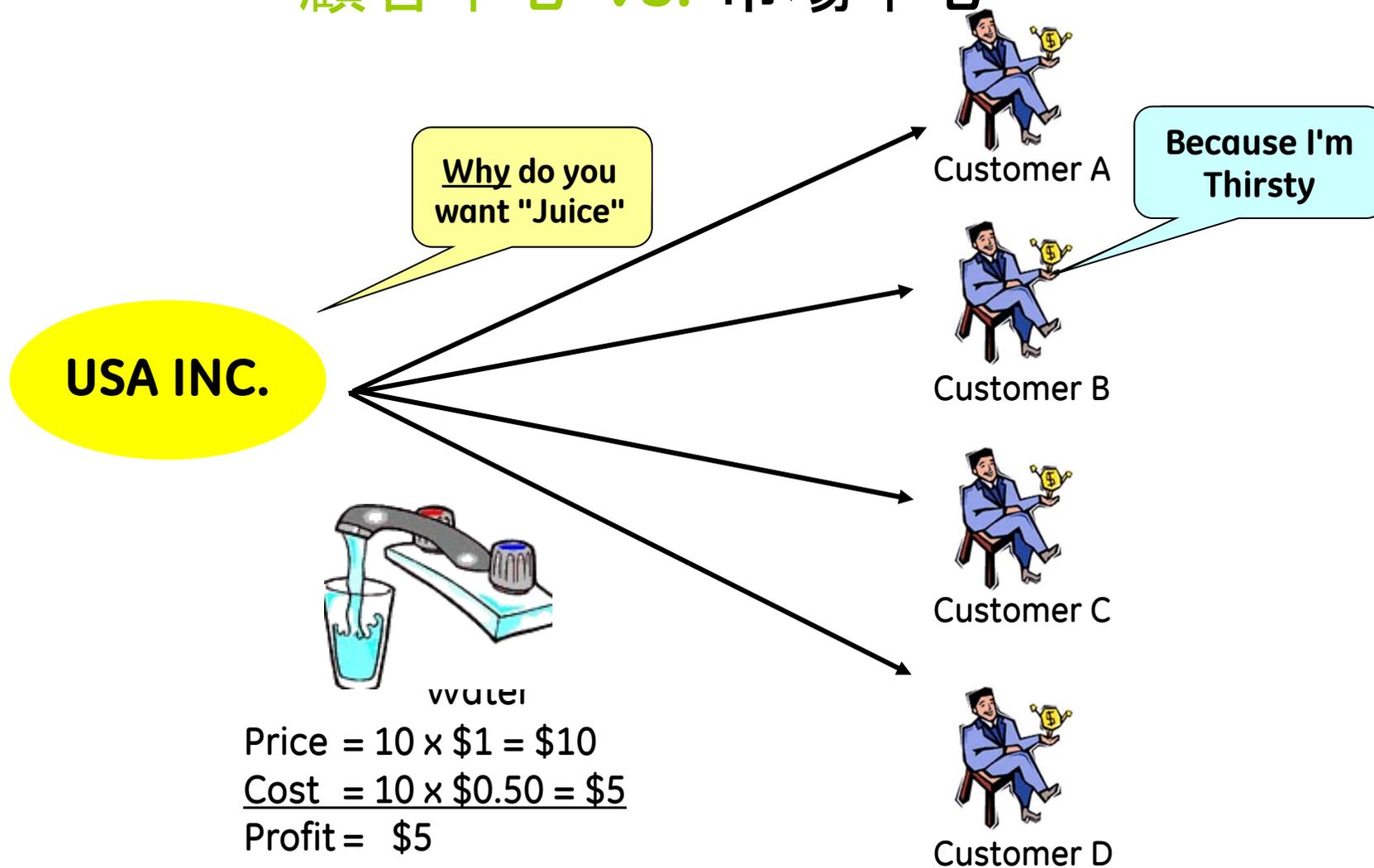
技術経営：マーケティングでのたとえ

顧客中心 vs. 市場中心



技術経営：マーケティングでのたとえ

顧客中心 vs. 市場中心



イノベーションの実現に向けて

- ウィキッドな問題
 - ・ 分析からは解が得られない。
 - ・ 顧客の経験の共創
- マネジメント・イノベーション
 - ・ どう作るか、から、何を作るか、なぜ作るか
- デマンド・アーティキュレーション
 - ・ 分解と合成
- ソリューションへ
 - ・ ジュース(ウオンツ)はプロダクト、
 - ・ 水(ニーズ、デマンド)はソリューション

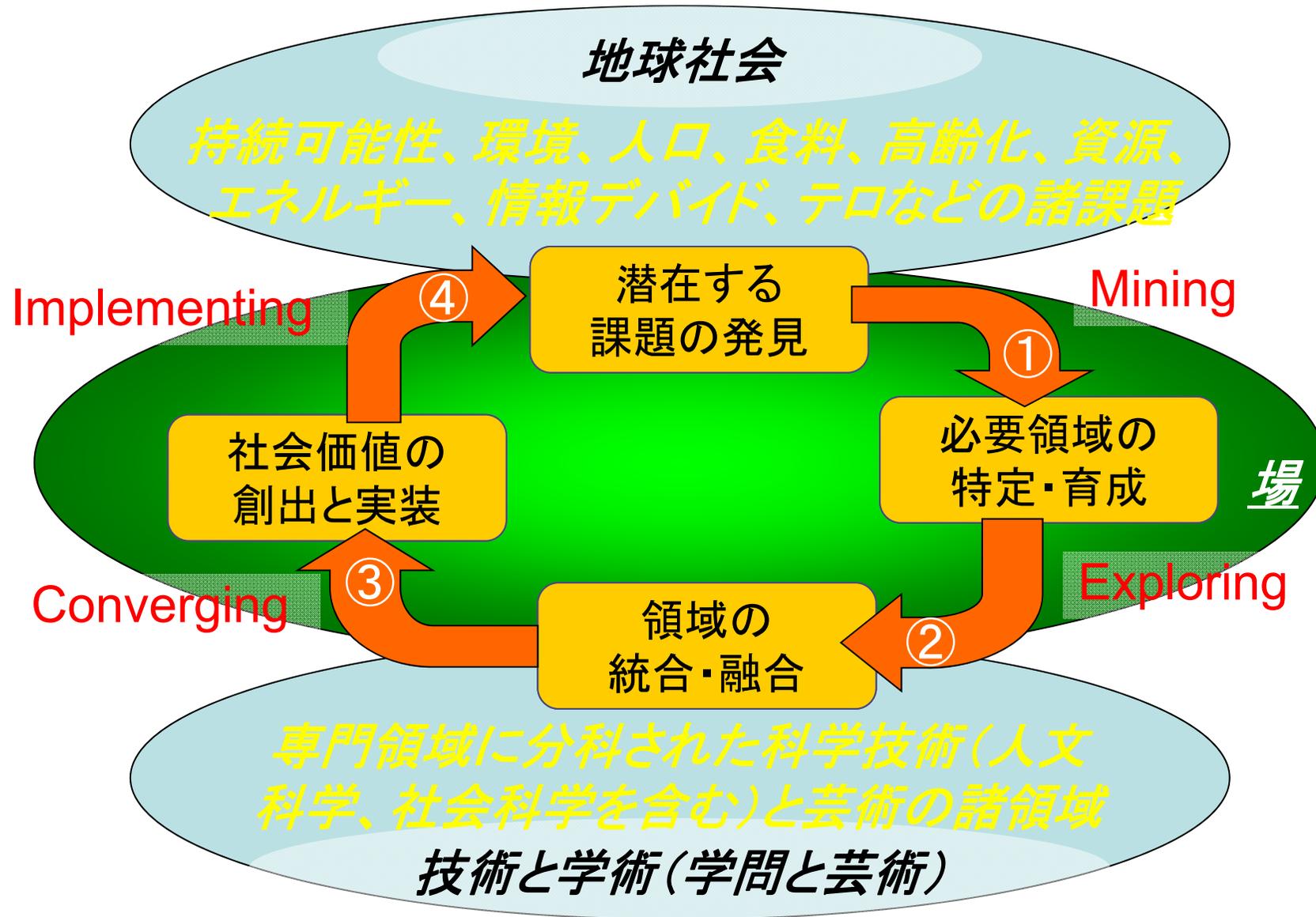
これまでの検討結果

- EAJ 談話サロン 2010.2
- EAJ 作業部会発足 2010.10（基礎的検討、分野応用、教育）
- EAJ 工学の克復研究会との合同討論会
- 産総研 シンセシオロジーとの合同討論会
- 日産財団からの補助金
- 国際会議IMETIでの論文発表
- NPO次世代エンジニアリング・イニシアティブ創立
- テキスト出版の継続
- 大学他での根本的エンジニアリング教育の実施
- イノベーションと根本的エンジニアリングWeb調査
- Webサイト立ち上げ <http://meta-eng.seesaa.net/>
- 韓国Convergence Technology現状調査

根本的エンジニアリングと関連した現在の活動事例

- ・ 内閣府「イノベーション戦略に係る知の融合調査」
- ・ 東京大学工学系研究科 先端学際工学専攻
- ・ 科学技術振興機構(JST) RISTEX
「研究開発成果実装支援プログラム」
- ・ 東京大学工学系研究科／システム創成学専攻、
- ・ 慶應義塾大学／システムデザイン・マネジメント研究科、など
- ・ 横浜市「横浜版SBIR」
- ・ JST-RISTEX研究開発プログラム
「科学技術と社会の相互作用」
- ・ 東北大学工学研究科／技術社会システム専攻
- ・ 社会的期待の発見研究の提言(JST)
- ・ 東京大学大学院緊急工学ビジョンWG

根本的エンジニアリングのMECIプロセス



MECIの定義

Mining:

地球社会が抱える様々な顕在化した、あるいは潜在的な課題やニーズを、問い直すことにより見出すプロセス

Exploring:

こうした課題を解決するために必要な科学・技術分野とを俯瞰的にとらえるあるいは創出するプロセス

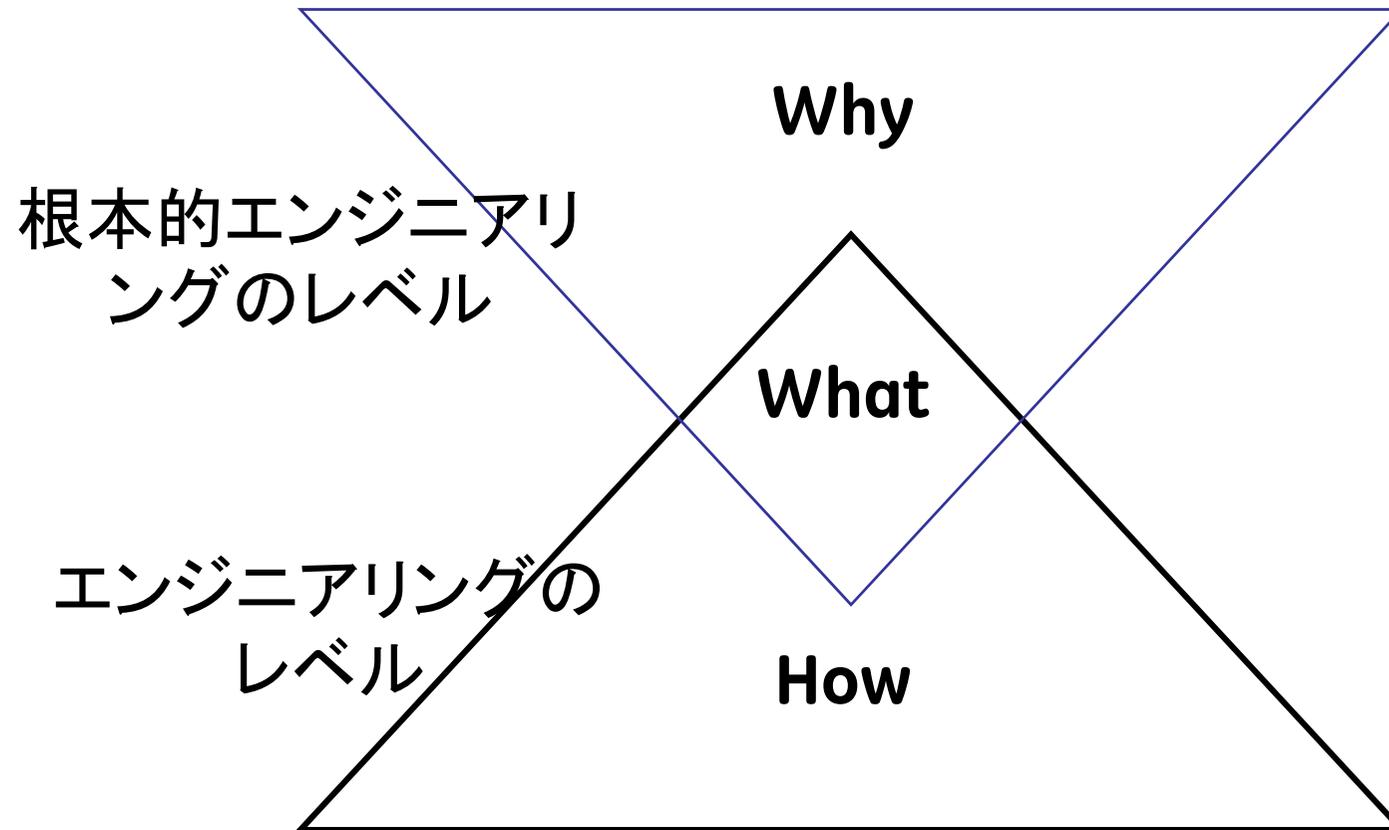
Converging;

課題解決への必要性に応じ、多様な科学・技術分野等の融合や、新しいアプローチ法との組み合わせを進めるプロセス

Implementing:

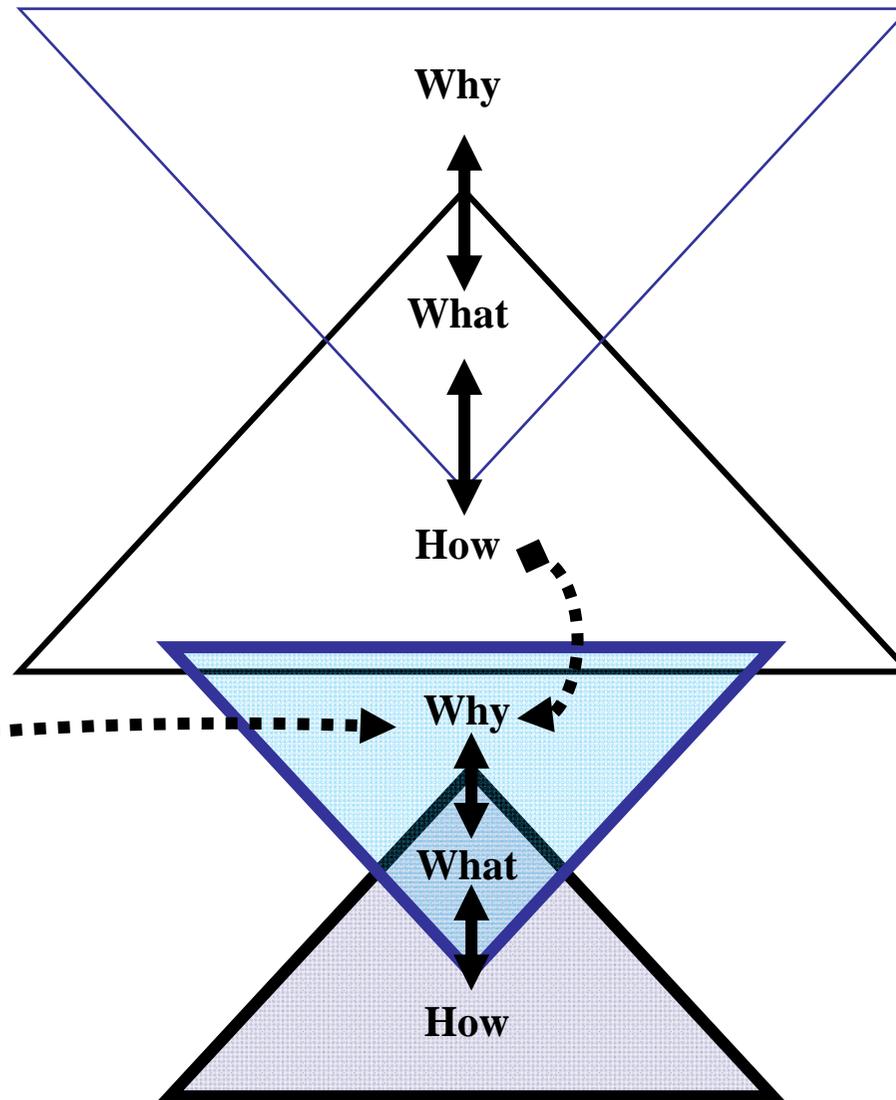
新たな科学・技術を社会に適用、実装しそれにより新たな社会価値を創出する。その過程で、次の潜在的な課題を探すプロセス

全体のフレームワーク



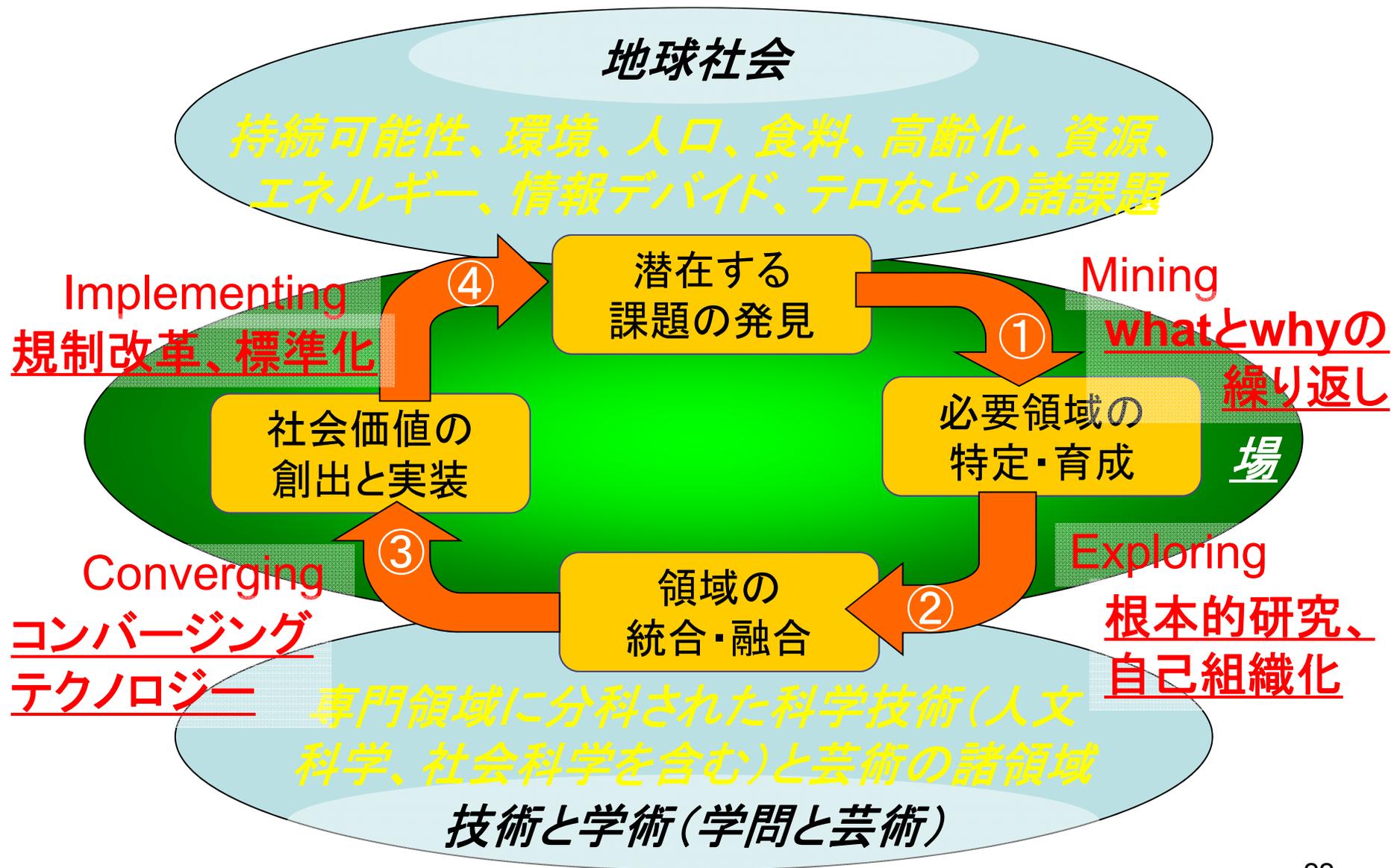


MECIの各ステップの中、それぞれのWhy, What, Howの中にも、Why, What, Howのスパイラルがある。

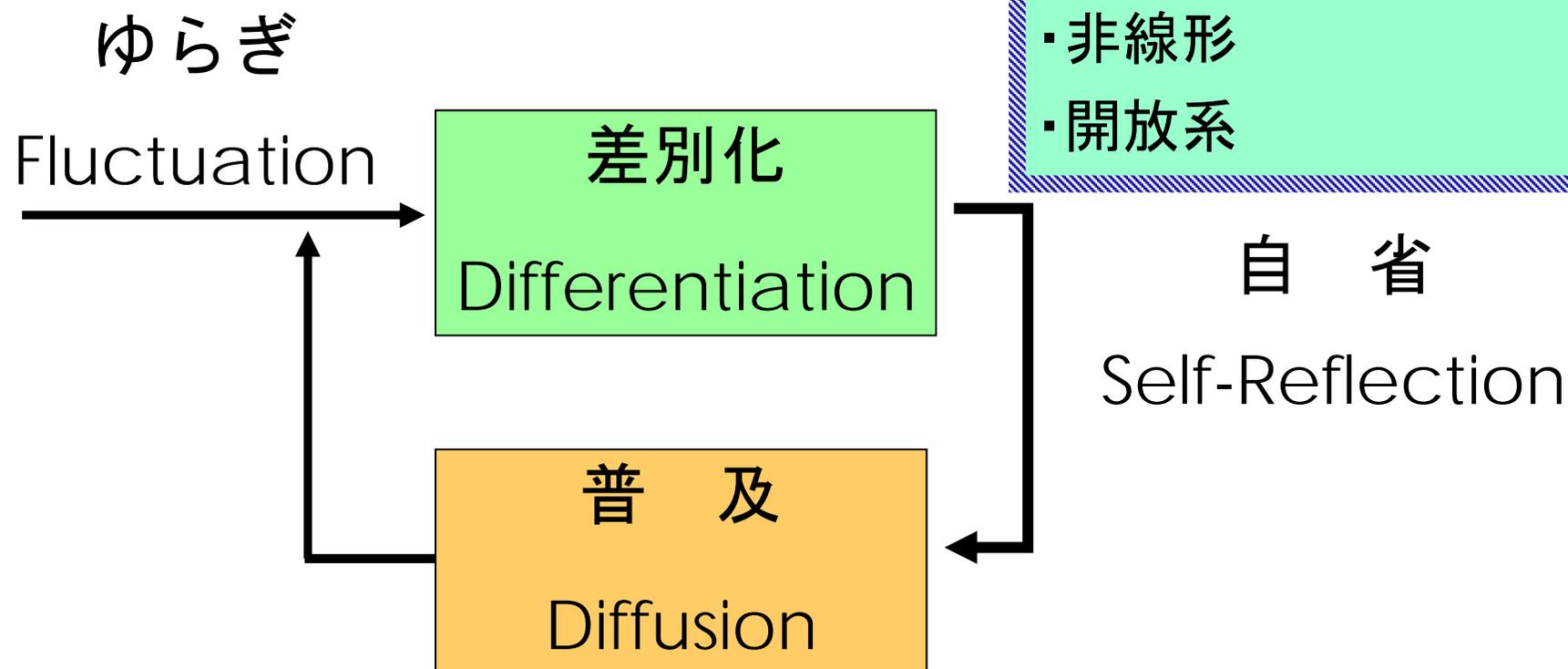


それぞれのWhy, What, Howが相互に作用しあって、新たなイノベーションを生む。(相互作用を起こりやすくする条件の研究が、「場」の在り方の研究になる)

MECIをどうまわすか



自己組織化モデル



自己組織化と制御の対比

制御

目的
要素中心
外部観察者
階層的
収束的
視点の固定
単純化
線形
無矛盾
客観
物理学

自己組織化

無目的
関係中心 ホリスティック、ホロニック
内部観察者
創発的
開放的
視点の多様化
複雑化
非線形
矛盾
主観
量子力学、情報学

根本的エンジニアリングの場の創造における ネガティブ、キラー効果

I

主体が見当たらない

- ・論文にならない
- ・実際には動かない
- ・誰も理解しない

M

名目のみで実質がない

- ・誰も望んでいない
- ・これは問題ではない
- ・問題だが誰も気にしない
- ・問題で人が気にするがすでに解決している

C

分野縦割り論が根強い

- ・論文を出す学会がない
- ・審査できる先生がいない
- ・自分の専門分野が消える

E

規制があって対応できない

- ・オフィスから出てゆけ
- ・想定する必要がない

オンデマンドバスにおけるMECIサイクル

交通システム → 生活交通システムとしての

フルオンデマンドバス

M 柏キャンパスの不便さ解消、空気を運ぶバスの解決

E オンデマンドバス構想 <2005 卒論>

C 通信、GPS活用

I 柏から他地域への展開、北杜市への適用、規制問題

M 生活における移動問題の解決 <2007 修論>

E インターネット経由外部サービスとのリンク

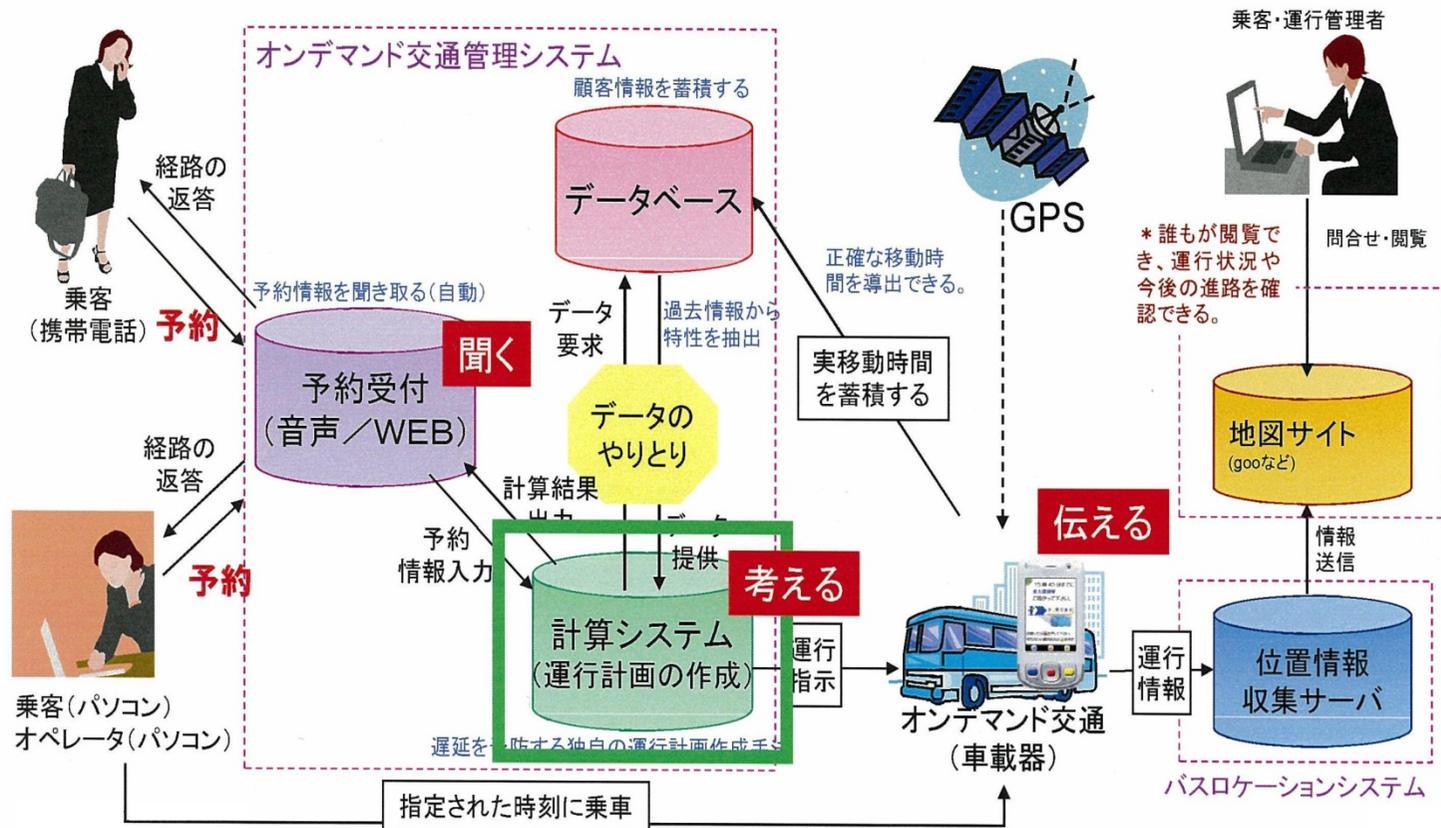
C 協調フィルタリング採用

I スマホ活用、玉城町での元気バス <2011 博論>

オンデマンドバス 東京大学大和和幸教授

開発したオンデマンド交通システム

- オペレータ不要の全体システムを設計



歴史から見たMECIスパイラルの例

○接合型トランジスタの開発

Mining 真空管の使いやすさを追求するのではなく固体を用いた素子をあたった。

「潜在的課題の発見」、「必要分野・技術の特定と育成、分野・技術の融合」、「地球社会価値の創出と融合」という段階で、主体的に活動する人、グループが異なっているというのが重要なポイントである。

○青色LED開発

MECIの各プロセスの担い手は次々代わり、ドライビングフォースも異なっているのでKnowledgeが一貫して担っていると考えると理解しやすい。

○ステレオ・ウォークマンの開発

井深、盛田氏がやろうと決めなければできない話であった。これが、Miningプロセスである。Miningがイノベーションのキーである場合は特別な感性、条件が必要とされる。

根本的エンジニアリング教育実施

(1) 作成教材

「根本的エンジニアリング講義用ノート」(鈴木)

「エンジニアリング講義用PowerPoint集」(大来)

「その場考学で考える根本的エンジニアリング」(勝又)

「根本的エンジニアリング技術者の役割と資質」(勝又)

(2) 大学教育における試行

日本大学ビジネススクール(鈴木、社会人MOT、2回)

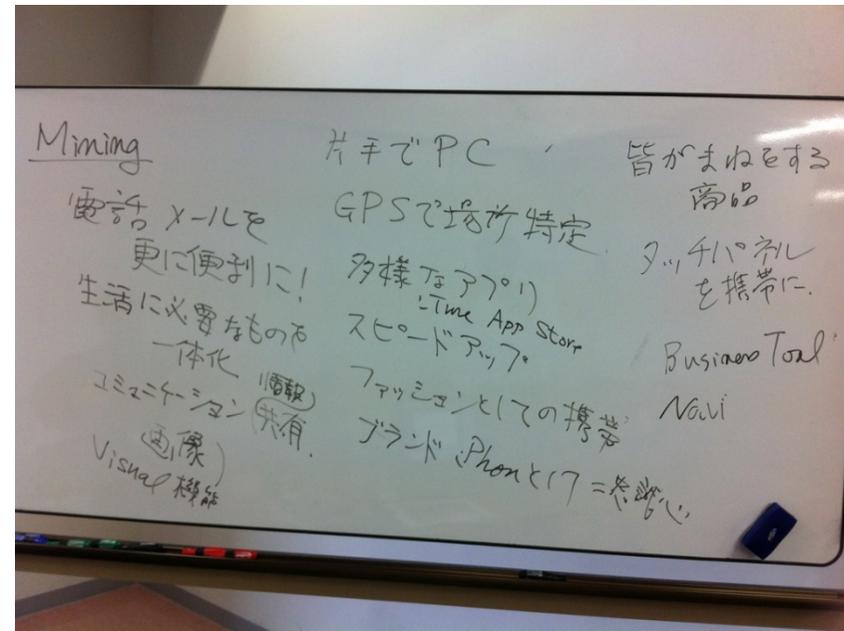
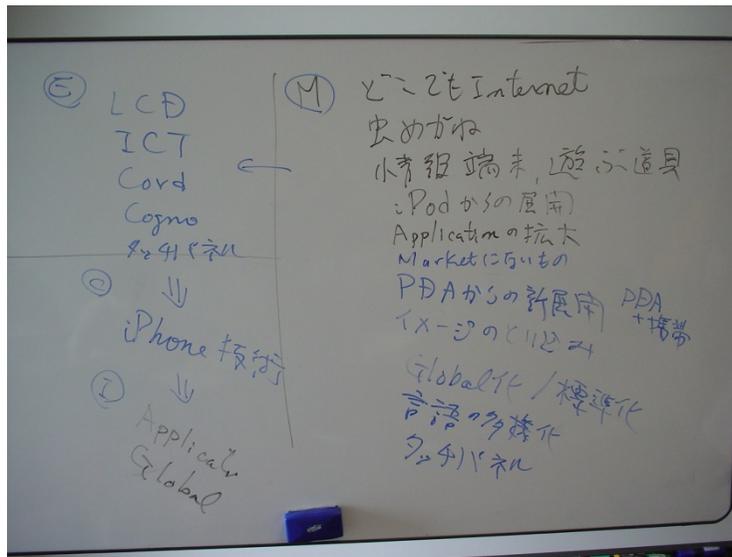
徳島大学(大来、学部4年、1回)

(3) 企業研修における試行

日産自動車先進技術開発センターにおいて、根本的エンジニアリングに関する講演と、MECIプロセスのワークアウト形式の研修を実施した。研修は若手研究者12名で課題発掘を行なった(鈴木、2011年11月)

大学院での教育例

Steve Jobsになったつもりで、5年前に携帯電話の本当の課題を見つけて、MECIサイクルをまわしてみよう。



企業における実施例

12名をA、Bの2グループに分け、以下のプロセスで2時間45分で実施した。



1. ワークアウトの概要説明
2. 「移動」とは何か
3. なぜそのような移動が必要なのか
4. 実現のための研究テーマの列挙
5. 研究テーマの重み付け
6. 研究テーマの絞込み
7. 研究テーマのスポンサーへの提案

「なぜ」を繰り返すことにより潜在的課題につながった。
その結果で「移動手段の研究」の実施が採択された。

韓国のConvergence Technology研究

視察期間、2012年1月12～13日

日産財団の支援による、

- AICT (Advanced Institute of Convergence Technology, Suwon)
 - Seoul National University とGyeonggi Provinceが共同で、2007年3月に設立
 - 研究所と大学院を持ち、産学連携も盛ん
- KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon)
 - 大学ではあるが、日本の産総研、物材研と工科大学を合わせたような巨大な研究教育機構。学生数は約1万人
 - Green Transportation大学院(例:オンライン電気自動車)、KAIST Institute of Information Technology Convergenceなどを視察
- NRF (National Research Foundation of Korea, Daejeon)
 - 来年度から産学連携強化プログラムを実施。そのための公募開始。
 - 2期にわたって展開してきたBrain Korea 21 (BK21)が2012年度で終了するので、後継プログラムの検討を開始



根本的エンジニアリング実現に向けた アクションプラン

基本的スタンス

- ・ 根本的エンジニアリング概念の研究・整備を進め、社会課題と研究・技術とを結びつけるプロセスをより効果的に駆動できる場の確立を目指す
- ・ 社会基盤整備、人材(人財)育成、及びその技術(ノウハウ)基盤整備の3つの活動を複合的に進める

アクションプラン

- ・ EAJ会員を中心とする大学、研究所の教育・研究グループや事業活動への応用を図る賛助会員と、個別の意見交換を積極的に行う。EAJ自身として、概念の深化、方法論の具体化、活動の場の創出を行ってゆく。
- ・ 電力危機を新たなエネルギーイノベーション(かえる飛び)につなげる。
- ・ 人の移動の本質的課題を見つけ、イノベーションに結びつける。