

複雑性増大下のコラボレーション： 新しい知恵の結集メカニズムを求めて

一橋大学イノベーション研究センター
中馬宏之

報告のメッセージ

- **テクノロジー&マーケットの(静的・動的)複雑性急増**
 - 事前の意味での“不確定性”急増
 - 人間・組織の情報処理能力限界にヒット
 - 個々の“ワーキング・メモリ”の(“Global Brain”としての)有効活用
(e.g., via Proactive Visualization)
 - 知識・ノウハウの共有・ネットワーク化(via 効果的コミュニケーション)
- **より高い抽象度でも専門的&統合的知識(理論)を累積的に蓄積するスピードの加速不可欠**
 - 増大する投資コストのリスク分担に加えて英知の結集が常態化
 - 知識・ノウハウの互換性・再利用性向上不可欠
- **知識・ノウハウの連繋(Coordination)問題と各種の利益相反問題の同時解決という新たな難問の出現**
 - 英知結集のため新しい組織メカニズムの模索
 - 新しいコミュニケーション効率向上策の模索

半導体マーケットの特徴（1）

● 市場のGlobal化 & 平均所得の増大 (⇔ 選好の多様化) が Thick で Wide な市場を誘発

→ 専門特化型企業の比較優位性増大

(多種多様な企業・組織活動状況のメタレベルでの鳥瞰可能性拡大の要請急増)

→ 垂直統合 (“総合”) 型企業の経営難度急増

(最適化のために必要な考察の範囲と深さが企業の境界を越えて急拡大)

Galambos, L.(2005), "Recasting the organizational synthesis: structure and process in the twentieth and twenty-first centuries," *Business History Review* vol.79.

半導体マーケットの特徴 (2)

- **マーケットとデバイスの複雑性増大が両者の構造上の双対性 (Duality) を誘発**
 - **スモール・ワールド性**
(平均頂点間距離が小でクラスター係数 (“友達の友達度”) 大)
 - **スケール・フリー性** ($p(k) \propto k^{-\gamma}$, k : 枝数、 $p()$: 分布)

発生遺伝子 & (発生制御) ツールキット遺伝子が織りなす階層的な生物の進化プロセスに酷似

- Cancho, et. al. (2001), “Topology of technology graphs: Small world patterns in electronic circuits,” *Physical Review E*, vol.64, 2001
- Newman, Barabasi, and Watts (2006), 『The Structure And Dynamics of Networks』
- Carrol et. al. (2001), 『From DNA to Diversity : Molecular Genetics and the Evolution of Animal Design』

閑話：生物 vs. 半導体の進化

● 初期脊椎動物の形態多様化(構造的新奇性)

→ 遺伝子重複・分岐による多様化

(つまり、トランジスタ数の急増や新トランジスタ構造の登場)

● その後の脊椎動物の形態多様化

→ 遺伝子調節ネットワークの進化

⇔ シグナル伝達 (一連の酵素反応) 系と標的(構造) 遺伝子間、転写活性・抑制因子と(構造)遺伝子間等の新しい関係

(つまり、新配線方式による新制御回路創造やそれらの新結合Criticalに)

・Carrol et. al. (2001), 『From DNA to Diversity : Molecular Genetics and the Evolution of Animal Design』

生物の複雑性 ≠ ゲノム・サイズ

(半導体デバイスの複雑性 ≠ トランジスタ数)

生物種	ゲノムサイズ
	(bp: 塩基数)
λファージ	4.8×10^4
大腸菌	4.6×10^6
出芽酵母	1.2×10^7
C. elegans	9.7×10^7
ショウジョウバエ	1.8×10^8
ヒト	3.0×10^9
マウス	3.3×10^9
エンドウ	4.8×10^9
トウモロコシ	5.0×10^9
コムギ	1.7×10^{10}
ユリ	1.2×10^{11}

“Beyond Moore”の時代と”需要の潜在化”

● “Beyond Moore”の時代には、デバイスの
(既存) 機能次元を新たに拡張するための
方向性をもサ一干することが不可欠に？

→ 本質的に極めて移り気な人間の多様な選
好をどうか把握するかの難問に直面

→ 最終ユーザーも自らの選好を顕在化&充
足させるべき方向性を自ら探索できない？

→ 結果として”需要の潜在化”現象が顕著化

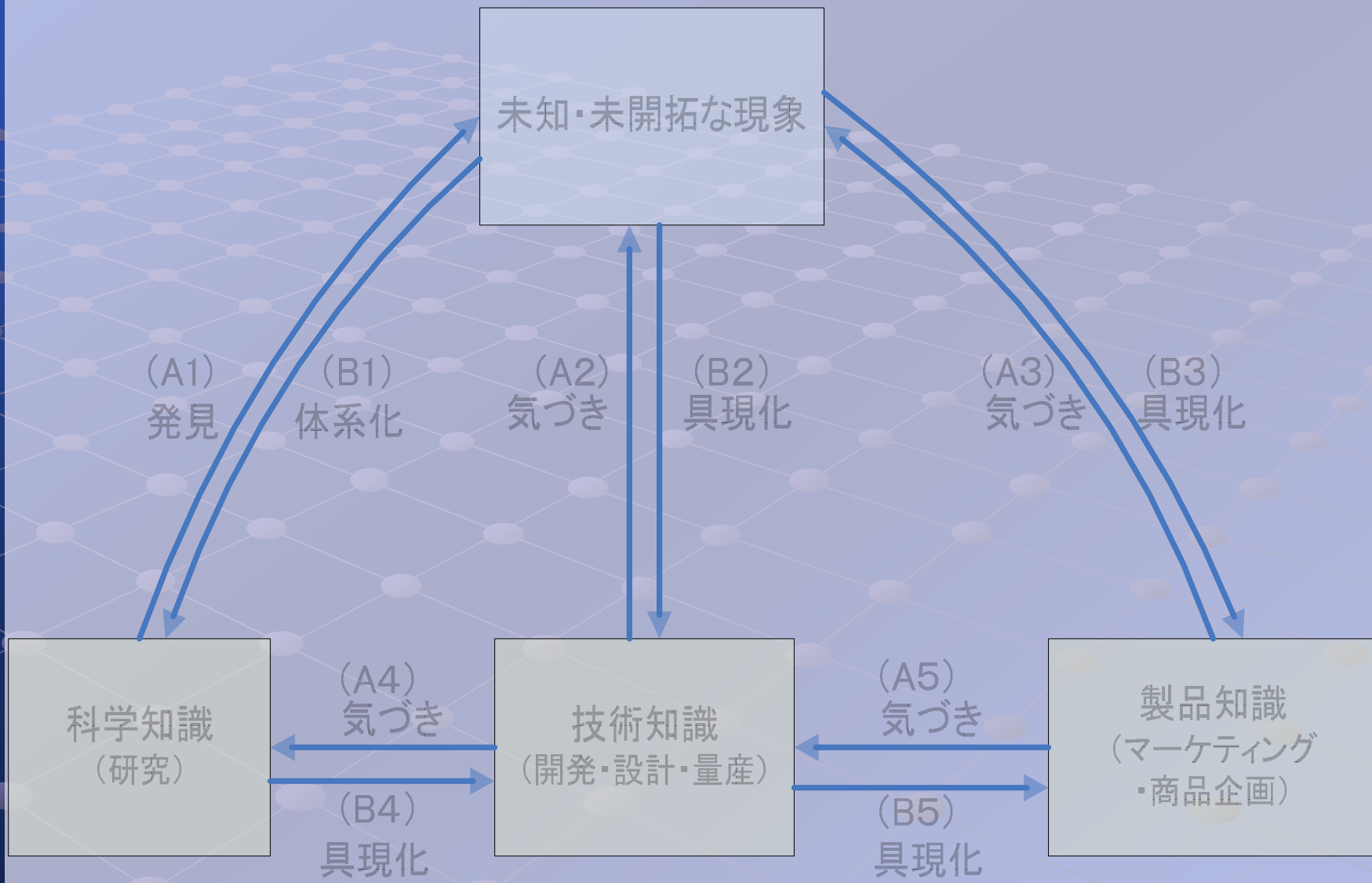
”需要の潜在化”時代の新傾向

● ”需要の潜在化”が一般的なマーケットでは、R&D・量産の諸階層で需要側と供給側との頻繁かつ親密な情報交換不可欠

→事業・組織経営の事前・事後双方の意味での柔軟性確保力が競争力の大きな源泉に！

→人間の行動に関するより本源的な理解に基づくマーケティング力（含む開発力）が不可欠に！

〈研究・開発・量産・製品化プロセスの相互依存状況〉



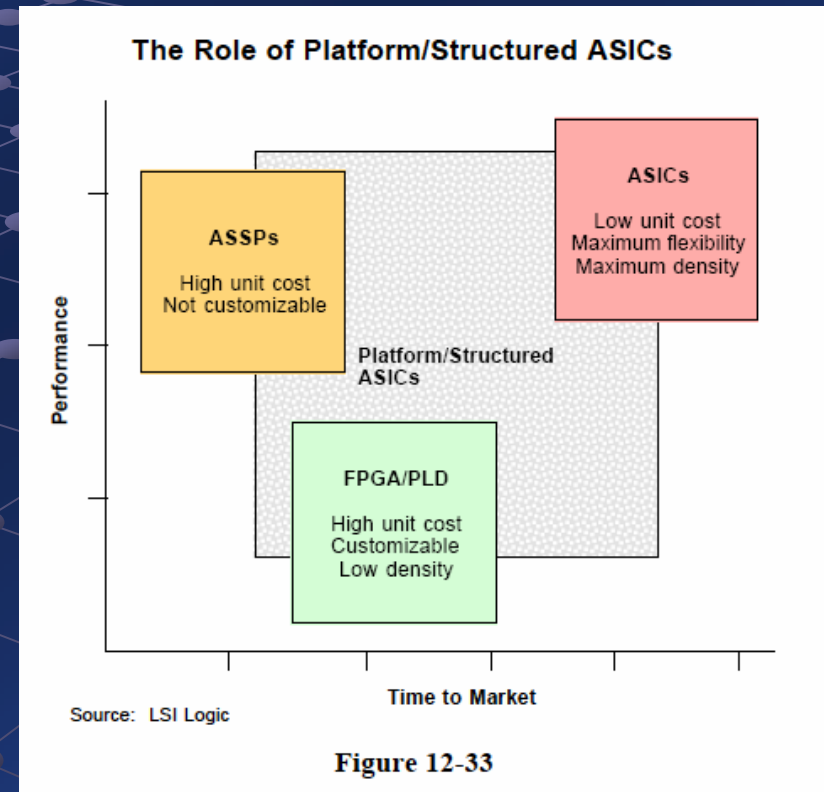
潜在化した需要がもたらす難問

● 潜在化した需要掘り起こしには、
多方面の(学問)分野にわたる
英知結集システムが不可欠

→ Stereotype(固定観念型)
Searchの勝負から
Archetype(普遍的共通項)
Searchの勝負へ

→ ASSP、FPGA/PLDの需要急増
は、その顕著な現象形態？

(Ref: G. Zaltman (2003), How Customers Think)



複雑性対処策：半導体の事例

● (投資コスト急増下での) デバイスの生鮮食品化

● 多発する開発・設計・試作・量産途上の変更

→ Software Programmabilityによる事前・事後の意味での柔軟性向上不可欠に

→ ソフトウェア・ハードウェア間の垣根曖昧化

→ リコンフィギュラブル化、ASSP化、マルチコア化、OSの“Hypervisor” (virtualization)化、...

複雑性対処策：その他の事例

- **ソフトウェア・エンジニアリング：** Waterfall型開発から(UML & OOPベースの)Iteration開発型へ
- **データベース：** リレーショナル・データベースからXMLデータベースへ
- **金融分野：** 金融オフショア、リアル・オフショアの導入・活用が一般的に

閑話：極めて移り気な旅行商品市場

- **旅行商品市場は、競争が熾烈かつ需要変動がランダムワーク的**
 - 売上高利益率は1%未満、過度に移り気な消費者、特許保護なし
 - 高い需要の不確定性に対する事前事後の柔軟性確保力が競争力
 - 店頭販売員のほぼ総派遣・契約社員・パート化
- **旅行の関連部品の開発確保には、大きな人材&設備投資が必要**
 - 観光地特性が競争状況規定（欧州：歴史&景色、ハワイ：景色）
 - 観光地特性が設計人材規定（欧州：豊富な知識&論理思考、ハワイ：論理思考、等々）
- **旅行の三要素確保に要する複雑な投資リスク分担の仕組発達**
 - 大手による直前の一斉投げ売り→ 格安航空券、格安ホテル等々
 - キャリア・ホテル・レストラン等々との長期的な関係不可欠
- **顕著なオフショーン付きパッケージ（モジュール）化**
 - 旅行商品の開発・製造・販売組織のモジュール化
 - 開発リスク、製造リスク、販売リスクの社会的な分担・分散
 - 旅行会社のPure-Play Firms化（但しIDMも併存）

急増する複雑性下の不可避な現象

● 自社システムの急速なサブシステム化

→ 自社のR&D成果・製品の市場評価を自社内で自己完結的に実施する難度急増

→ 企業・組織内外にまたがる英知結集が不可欠に

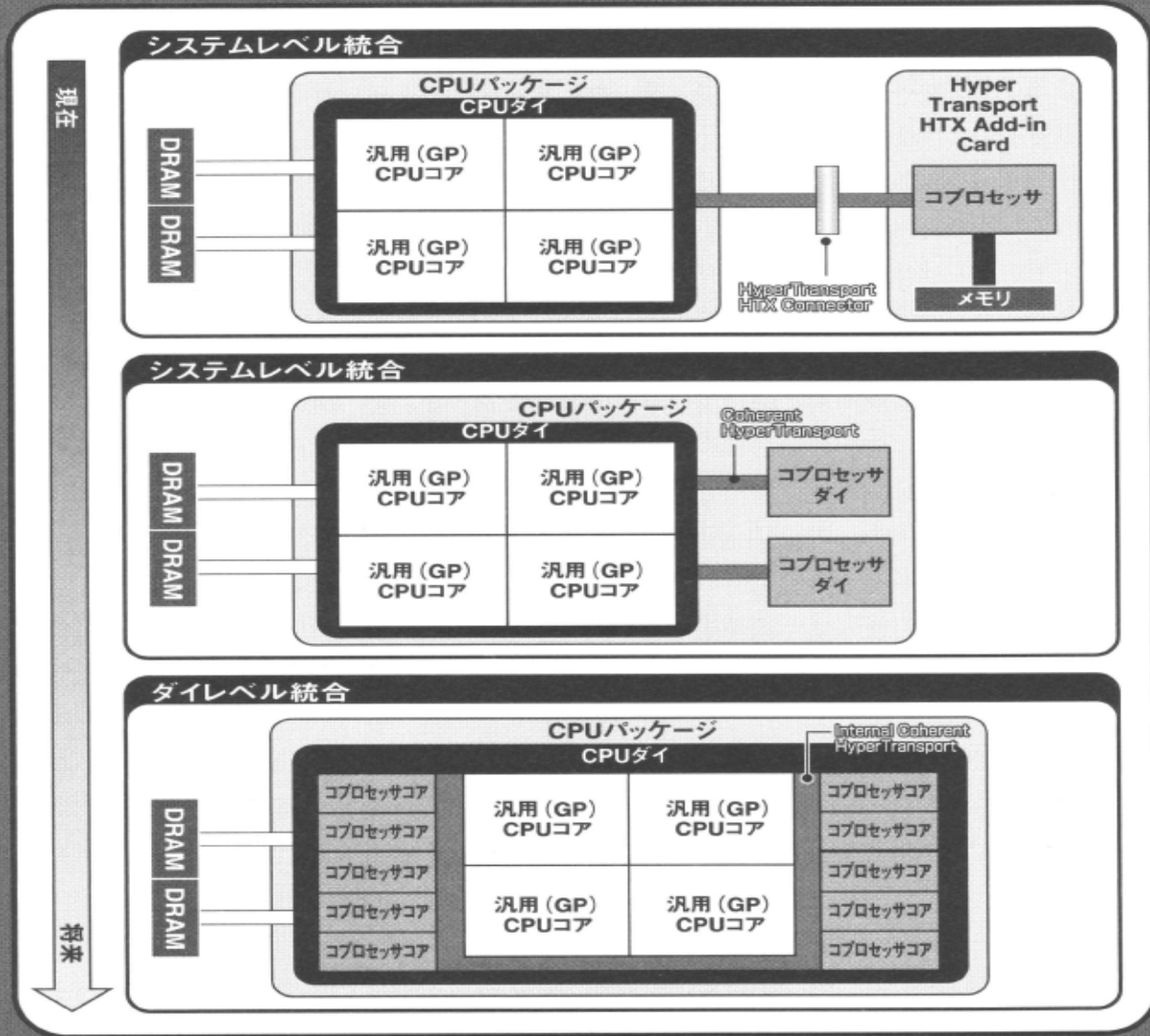
● メタレベルでの知識・ノウハウの摺り合わせ常態化

→ 企業の境界を越えた“相互認知環境”の構築

→ 企業の境界にまたがる頻繁な“即興演奏”

CPU: 原核生物→真核生物→多細胞生物?

図6 AMDのコプロセッサ統合の例



増大する複雑性への対処策（1）

●各所に局在する知識/ノウハウの社会的有効利用

→既存の知識/ノウハウの互換・再利用性向上

●社会におけるR&D活動の重複回避

→コンソーシアム、アライアンス、Roadmap
の公共財・サービス化

→知識・ノウハウの創造・蓄積スピード加速

増大する複雑性への対処策(2)

● 複雑な市場構造 & 人工物の階層的な“見える化” (proactive visualization)

→ (摺り合わせのための)メタ・サーチコストを大幅削減するための社会的な工夫

進化論的にも、より上位の抽象レベルでの意味あるモジュール (Semantics) とそれらの新結合方式 (Syntax) の発見が進化スピードを大幅加速 (E. Baum (2006), 『What is Thought?』)

最適な英知結集メカニズムの特徴

- **ビジョン・ミッションの共有**
- **再交渉を内包する不完備契約**
- **再交渉・再契約ルールの事前決定**
- **利益相反問題解決メカニズムの事前決定**
- **中立的コミュニケーション・メカニズムの導入**

特徴 (1)

●再交渉を内包する不完備契約

→事前に網羅不可能な将来事象・成果の条件分岐(“限定合理性”)

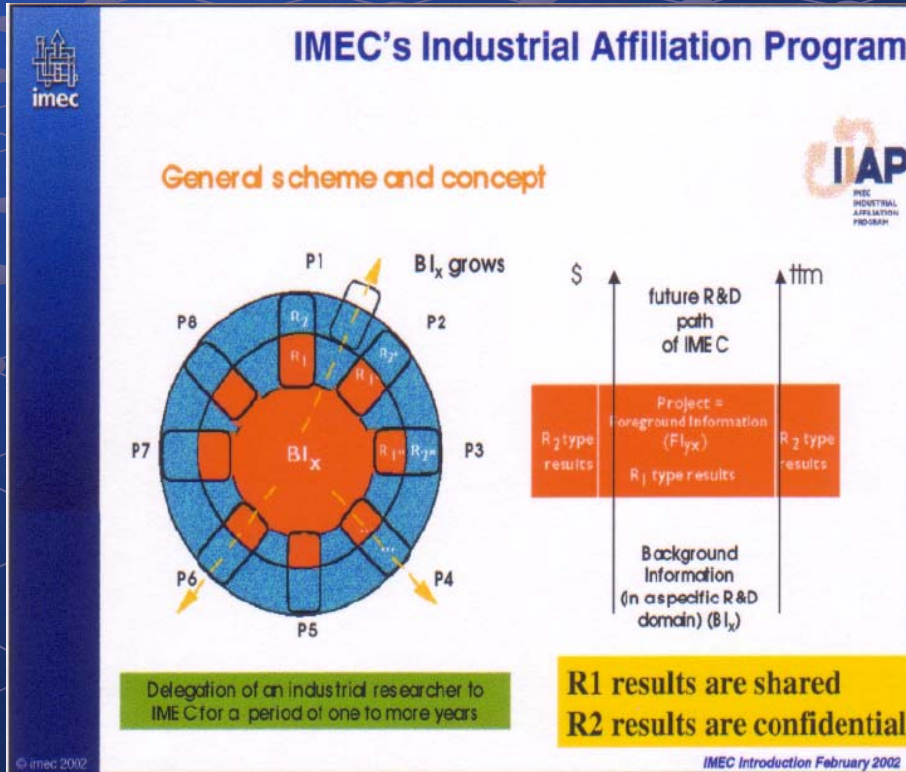
→不可避な事前・事後の意味での柔軟性確保

●再交渉・再契約ルールの事前決定

→ページがめくられて行くプロセスで不可避な再交渉への準備

→公平性確保のため再交渉ルール事前決定

事例としてのIMEC:先進性は何処に？ (→事前・事後の柔軟性確保)



- **三つの成果所有形態:**
Full (R0), Restricted (R1), Bilateral (R2)
- **R0:** IMEC所有 & 参加企業全てに利用可能
- **R1:** IMECと参加企業で共同所有
- **R2:** 参加企業が排他的 (Bilateral) に所有

特徴 (2)

●利益相反問題解決メカニズムの 事前決定

→不可欠な中立主体・情報媒介者
(Mediator)の存在

→不可欠な事前のFree-Ride(ただ
乗り)問題回避メカニズム

特徴 (3)

● 中立的コミュニケーション・メカニズムの導入

- Stakeholdersが保有する関連知識・ノウハウの互換性・再利用性向上・確保
- 新たに創造される知識・ノウハウならびにそれらが創造される状況の一目瞭然化
 (“部分と全体”の鳥瞰図提示による相互認知環境の深化)
- 競争領域関連の情報開示自由度を保証

Consortium vs. Alliance ?

● **創造される競争・非競争領域の知識**

→ 両者の識別容易な状況でAlliance ?

(参加者間で使用される“共通言語”は、リーダー企業のもので十分?)

→ 両者の識別困難な状況でConsortium ?

(参加者間で使用される“共通言語”のsemanticsとsyntaxの透明性・中立性確保が不可欠となる?)

Consortium vs. Alliance ?

● Consortiumにおける中立主体(≠出向者集団)の存在意義

→ 中立的情報交換インタフェースの提供

(競争領域 vs. 非競争領域知識の分離・モジュール化)

→ 中立的なベンチマーキング情報の提供

(Stakeholdersへの全体像の中でのPositioning情報提示)

→ 中立的な立場での利益相反問題の解決

(Stakeholders間での信頼関係醸成)

MiddlewareとしてのCORBAの役割

(透明性・中立性の高い情報交換インタフェース提供)

