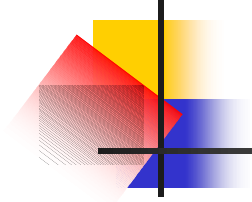




加速器技術 :産学官連携と役割分担のあり方

2003年9月2日
原子力委員会 研究開発専門部会
第 6回 加速器検討会資料

産業技術総合研究所
小林直人



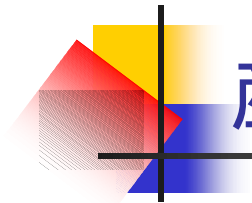
工学・官からの視点



産業用加速器 (主として中小型) の発展 (1)

(1) イオン加速器

- 1960-70年代に開発された半導体への不純物導入としてのイオン注入技術が70 - 80年代に普及(E 数10keV ~ 数MeV)。(大学、電総研、大工研、電機各社)
- またRBS/PIXE等分析技術の利用が本格化。
- 総合的研究開発施設として、TIARA (原研), イオン工学研究センター (通産省) などが活躍
- 一方、小型サイクロトロンは1970年代頃よりR 製造等で医療への利用が進展。
- 放医研では重粒子治療のユニークな研究が進展。



産業用加速器 (主として中小型) の発展 (2)

(2) 電子加速器・電子蓄積リング

- 電子線型加速器は入射器・加工分析ツール・医療応用に利用。特に大学・病院等教育および医療機関への導入は普遍的。

陽電子発生利用・自由電子レーザー (FEL) 発生などは
ユニークな例。

- 一方、電子蓄積リングによる小型放射光施設は1980-90年代に我が国で特に活発化 放射光の利用に拍車。

電総研 (NIJIシリーズ、(共同開発) 住友電工 (NIJI-III)、
川崎重工 (NIJI-IV))、住友重機 (AURORA)、
NTT (Super-ALIS)、三菱電機 (MELCO-II)、
石川島播磨重工 (LUNA)

- 放射光のみならずFEL、エネルギー可変X・線発生などにも利用が進展。



中小型電子加速器・電子蓄積リングの研究開発 (産総研の例)

電子リニアックTELL(1980 - 現在)

最大加速エネルギー 0.5 GeV、周長 31.45 m、電子入射、低速陽電子発生

汎用蓄積リングTERAS (1981 - 現在)

エネルギー 0.8 GeV、わが国で2番目に電子蓄積に成功、わが国初の自由電子レーザー発振に成功、レーザー逆コンプトン散乱線の発生と利用、産総研独自の高速偏光可変アンジュレータの利用

小型蓄積リングNIJI-I (1986 - 1989 NIJI-IIへ移行) - 産総研/住電

エネルギー0.23GeV、周長13.3m、小型リングの実証

小型蓄積リングNIJI-II(1989 - 現在) - 産総研/住電

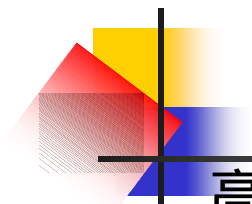
エネルギー 0.6 GeV、周長 17 m、SR-processing、高速偏光可変アンジュレータ

小型超伝導リングNIJI-III(1989 - 1993 住電播磨研究所に移設) - 産総研/住電

エネルギー 0.62 GeV、周長 15.5 m、SR-lithography、LIGA-process

小型蓄積リングNIJI-IV(1991 - 現在) - 産総研/川重

エネルギー 0.3 GeV、周長 29.6 m、VUV/IR FEL、LCS-X線



特徴的な量子放射源 (産総研の例)

高速偏光可変アンジュレータ (1986 - 現在)

光子エネルギー 2 - 80 eV

独自設計 (Onuki-type) で高速偏光制御 (5 Hz) → 偏光応答度0.05%の測定が可能
・常時利用可能

超低速陽電子ビーム (1987 - 現在)

・エネルギー 数eV - 数10 keV

・世界最高レベルの高強度 ($> 10^8$ /s)

→ 深さ方向の空間分解能を実現

← リニアックの利用

陽電子寿命測定法によるナノメーター空孔の精密サイズ測定 → low-k膜の測定と最適化等

陽電子消滅励起オージェ電子分光による最表面状態の精密計測

・常時利用可能 (世界でも唯一)

レーザー逆コンプトン散乱 線 (1987 - 現在)

光子エネルギー 1 - 40 MeV

・原子核物理研究

・産業利用技術開発

・常時利用可能

→

光核反応、線検出器等

→

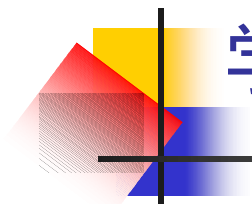
線CTによる高密度構造物内部の非破壊検査等

自由電子レーザー (1991 - 現在)

・レーザー波長 595 - 198 nm (わが国で唯一 (世界で4番目) のVUV FEL)

他に類を見ない小型蓄積リングで世界最短波長 (1998年) を達成

FEL-PEEMによる表面科学への利用



学・官における現状の問題点と課題

維持費の確保：

- ・老朽化によるトラブルの増加。 運転・維持要員の不足。
- ・原子力試験研究費からの維持費の実質削除。
- ・関連研究予算からの負担が大幅増。 加速器維持を見込んだ研究予算配算が不可欠。

研究予算・人材の確保：

- ・原子力試験研究費の圧縮。
- ・一般的な競争的資金での加速器研究・開発の困難性。
- ・加速器および利用技術の研究開発に携わる若手研究者の不足。
- ・加速器関連研究における新たな (競争的) 資金枠が必要。
- ・産業界、大学/大学院、公的研究機関の流動化促進 (採用制度の柔軟化) が重要。

将来計画：

- ・産業界に開かれた加速器ベースの量子放射利用に関する地域拠点構築を目指した将来計画の検討を行っているが、予算確保に関する議論の場が無い。
- ・学術のみならず産業に結びつく 公的研究機関における中小加速器研究の重要性と予算確保の必要性への提言が必要。

加速器開発・利用における産学官連携 (1)

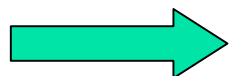
(1) 従来の連携様式

- 学・官における先導的な研究開発 : 加速器開発
そのものが技術課題の主要課題。

Source-Driven R&D



- 産業界におけるニーズをいち早く見据えた開発
と利用技術の結合。



世界に先駆けた研究開発を実現

分析・計測・加工/診断・医療面での利用の促進

(必ずしもprofitableな技術とは限らない。)



加速器開発・利用における産学官連携 (2)

(2) 今後の連携課題

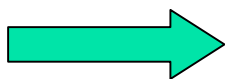
- 先駆的な独創的加速器技術と実際の現場で使える技術の融合。

Program-Driven R&D

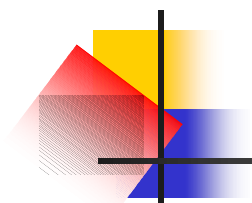
Keyword; 小型化、簡易化、経済性

- 実用化における取り組み。ニーズ開拓等の重要性。

例; fs超短パルスX線発生利用技術。



**着実な研究開発への投資 環境整備
継続的な人材育成**



S P r i n g - 8 における産業利用

●SPring-8について

- 高輝度放射光の産官学の共同利用施設
- 平成10年10月から利用開始

●産業利用

- 材料の分析解析に利用
- 共用ビームライン 国が設置、公募による利用、25本
 - ✧民間課題 :11% (利用企業 :40社)-2002年-
 - ✧学官課題 :89% (内)民間共同:6%)-2002年-
- 専用ビームライン 利用者が設置、メンバ優先利用、18本
 - ✧民間団体用 :3本/ 2団体 (メンバ企業 :35社)



産業利用における課題

●産業界の最近の認識

- 材料開発の強力なツール
- 研究開発から課題解決へ利用したい

●施設の現状と**産業界ニーズ**の不整合

- 手法 装置 広範な分野 **特定の手法に集中**

最高性能 使い易さ 再現性

(学術利用 : 一点でも最高性能 / 産業応用 : データの量と再現性)

- 制度 年2回公募 **即時利用、計画的利用**

分野毎の公募 複数の手法による総合評価

学術性 新規性重視 産業上の重要性

- 文化 放射光の専門家が利用 **課題解決の為のツール**

対応中の施策

2001年から

➤ 利用機会 産業利用ビームライン

(産業応用優先のビームラインを一本設置)

➤ 支援組織 :コーディネータと研究 技術支援スタッフ

● 施設の現状と**産業界ニーズ**の不整合

➤ 手法 装置 広範な分野 **特定の手法に集中**

最高性能 **使い易さ 再現性**

➤ 制度 年2回公募 **短期的 計画的利用**

分野毎の公募 **複数の手法による総**

学術性 新規性重視 **産業上の重要性**

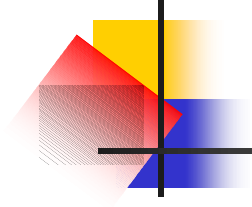
➤ 文化 放射光の専門家が利用 **課題解決の為のツール**

利用機会の増大
4回/年公募
産業応用重視の審査

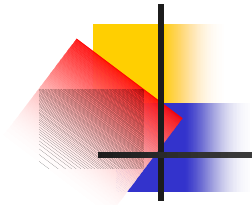
コンサルティング
技術支援 指導育成

利用企業 分野の急増、研究開発分野での成果も
実用成果にどうつなげるかが次の課題

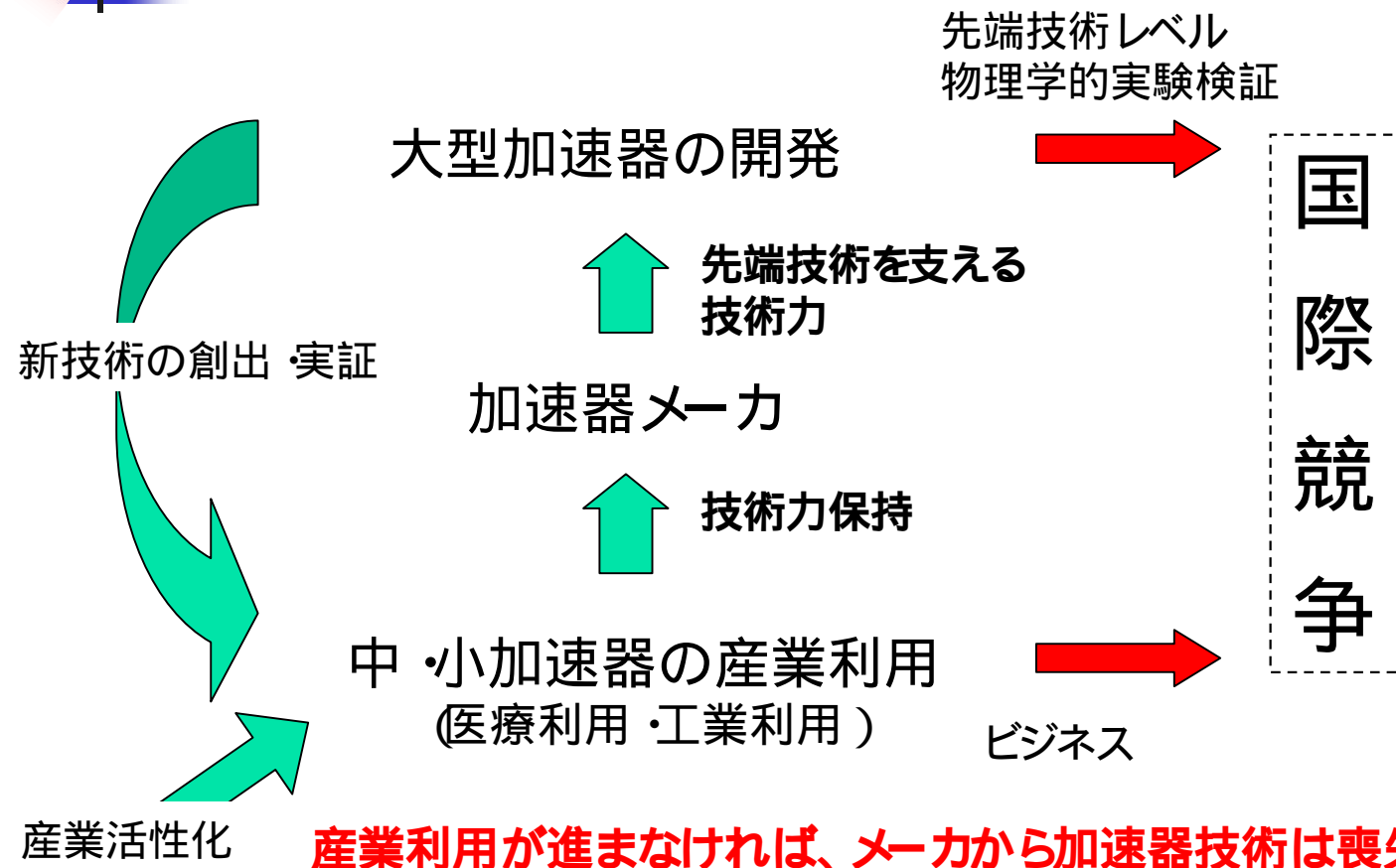
(計画的にまとまった利用機会の確保が必須)



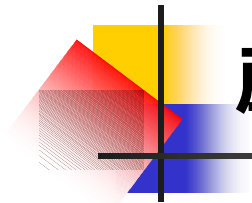
Ⅱ. 産業界からの視点



加速器開発と加速器利用産業



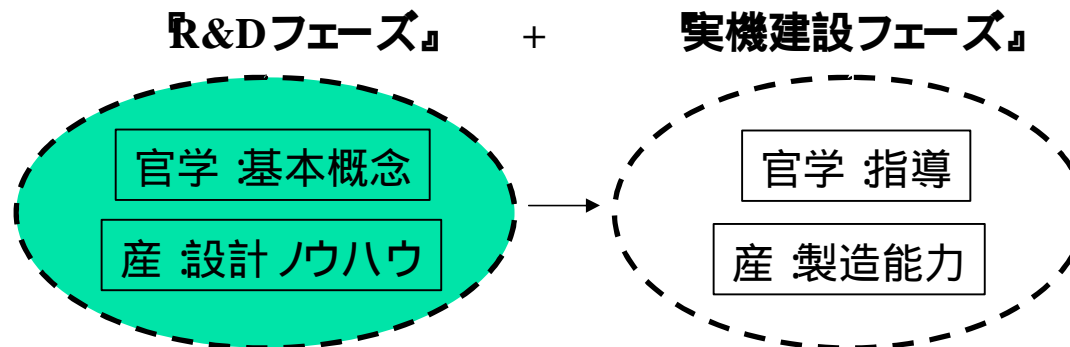
高橋委員



産官学連携の現状と問題点(産の立場から - 1)

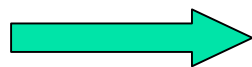
1. 大型加速器プロジェクトでの受注システム

プロジェクト推進の2段階構造



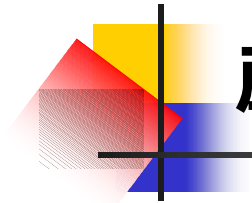
産学連携と言えども、顧客と企業の関係

R&Dフェーズに参入し、経費を持ち出してノウハウ投入するも、
実機受注では逸注の場合有り。



R&D参入メーカーへ充分な対価が必要

高橋委員



産官学連携の現状と問題点(産の立場から - 2)

2. プロジェクトの単年度予算制度

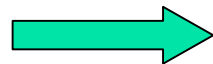
(複数年に渡る大型・中型プロジェクトの場合)

産学連携と言えども、顧客と企業の関係

正式予算化と契約に時間がかかり、(半年以上おくれる場合もある)

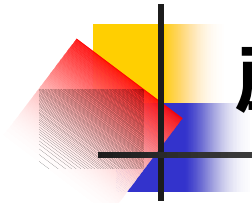
納期が短縮され、十分な設計検討ができない。

企業側に大きなリスクと負担



**プロジェクト毎のスケジュールに合せた
複数年予算化への仕組み作り**

高橋委員



産官学連携の現状と問題点(産の立場から - 3)

3. 加速器利用促進のための制度 環境の整備 (特に医療利用の場合)

1) 許認可制度

例 医療用具の認可 (病院等で治療診断を行う装置)

病院で治験 (有効性 安全性の証明) が必要

病院における診断業務を阻害 (企業が代償負担: 数億円/件)

リスクが大きく 研究開発が鈍る

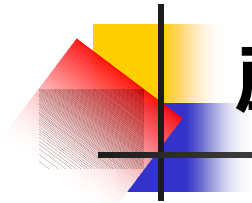
研究機関による適性な認定条件の設定 (数値化)

納入後の装置改造 = 新装置の製造 と見なされる。

新たに認可申請が必要

改造の程度に合わせて適切な条件に簡略化

高橋委員



産官学連携の現状と問題点(産の立場から - 4)

3. 加速器利用促進のための制度・環境の整備 (特に医療利用の場合)

2) 認可登録の効力

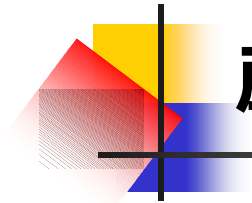
例 医療用具の認可

米国FDA認可装置はアジア諸国でそのまま利用可だが、

日本の認可装置は各国の認可取得を必要とする。

装置の国際競争力の低下

日本の許認可のグローバルスタンダード化の必要性



産官学連携の現状と問題点(産の立場から - 5)

3. 加速器利用促進のための制度・環境の整備 (工業利用の場合)

教育制度の充実と補助金・優遇税制等の制度導入

加速器利用の普及の障害

高い初期コスト、利用に関する基礎知識、管理維持の問題

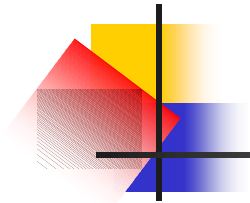
- ・ 教育機関・公的研究機関での利用環境の整備
- ・ 加速器導入の民間機関への補助金制度、優遇税制制度

が効果的

従来の産業創発への補助金制度の一部を適用できないか？

産官学連携として、実施する。

高橋委員

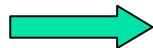


産官学連携への期待 (1)

1. 加速器利用産業の活性化

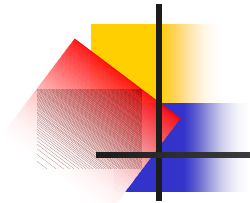
1) 官学主導でニーズとシーズの結合

- ・ 加速器メーカーは加速器関連研究機関 (加速器納入先) との連携が主で、
- ・ 加速器利用の潜在ユーザーのニーズの情報が不足
ニーズに合わせた装置の開発が不可
加速器利用産業が結実せず



- ・ 学である加速器研究機関と利用研究機関の連携強化
- ・ 官の援助の下、連携研究機関が中心母体になり
産での装置メーカーと利用ユーザーとの情報共有を促進
- ・ 新規産業の創出や既成産業の活性化を図る

高橋委員



産官学連携への期待 (2)

2) 異分野間での技術の連携

技術の高度化に伴い、複数の専門家間での協力が必要となっている

例：ガン治療，

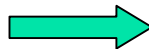
ガン治療法（外科手術、化学療法、放射線治療）

外科医、内科医、放射線治療医が連携し、治療計画を決定（理想）

第3次対ガン10年総合戦略」より

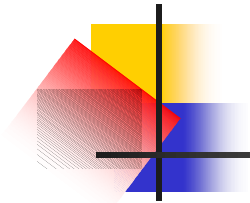
現状は、外科医主導

国際的に
高レベルの
ガン治療実現のために

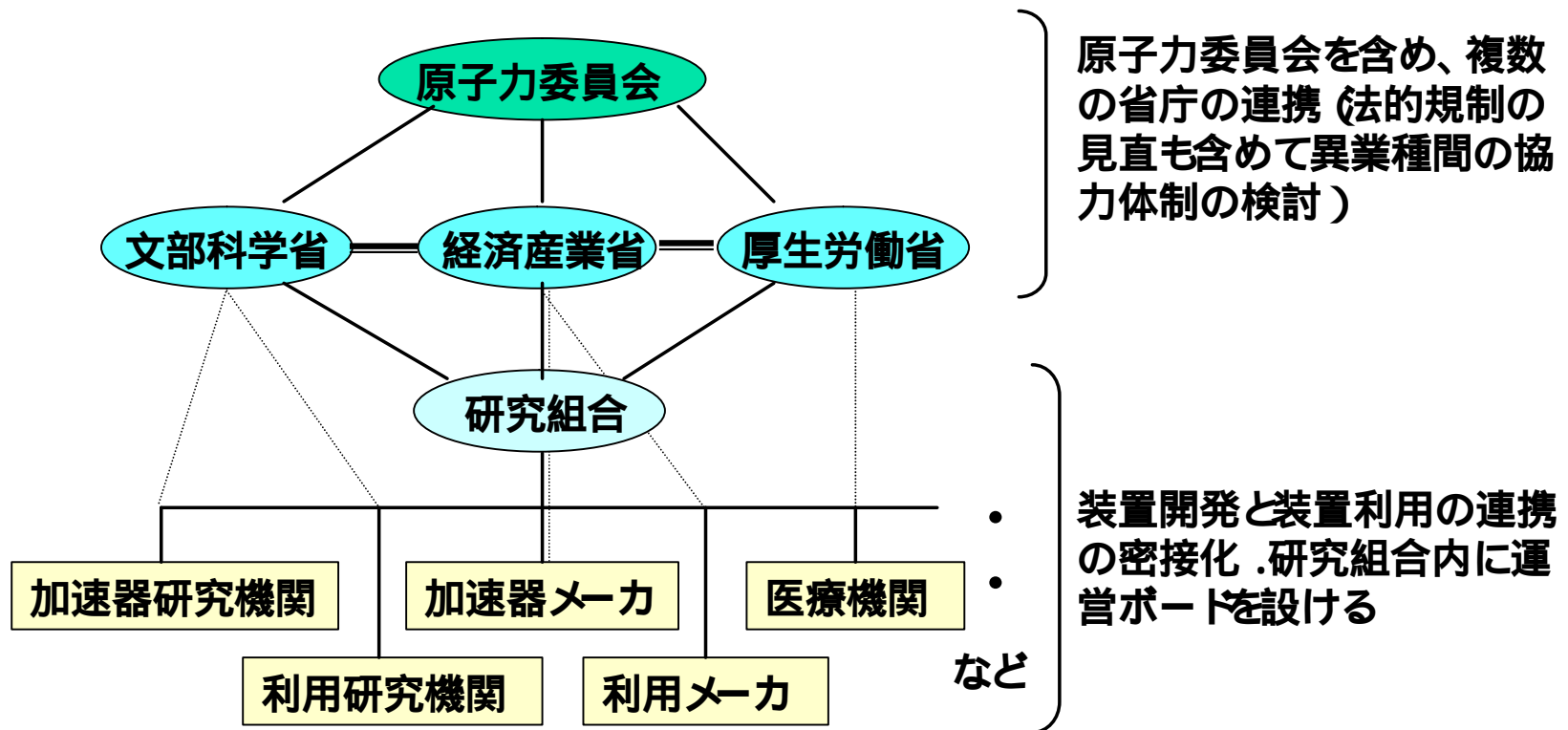


国の省庁を超えた連携（文科省 - 厚生省）で
異分野の専門家が対等の立場で、協力できる
システムの構築を

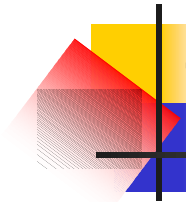
高橋委員



産官学連携システムの提案



高橋委員



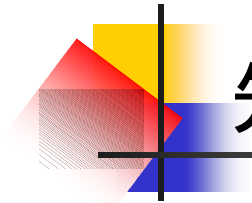
長期的視点にたつての人材、技術の育成と伝承

課題

- 加速器、核融合など先端的研究開発の基盤インフラを支える技術の空洞化が産業界で顕著。

対策

- 大型加速器は製造技術的に限界。 将来に向け官、学は新しい発想を出し 産は、計画的に製造技術を開発。
- 現有加速器設備のバージョンアップ計画を早期に立て、産業界を育成。



先端的研究開発成果の地域社会への展開

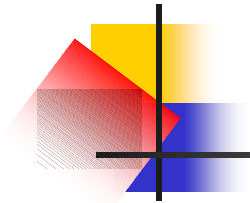
課題

- 研究開発成果を地域社会や中小企業が利用するには技術レベルや情報のギャップが大。
- 法規制面の制約が過大。

対策

- 官、学の成果を装置メーカーや利用技術専門会社へ移管し、それらが地域社会と一体となって普及、展開。
- 知的所有権、ノウハウの保護など技術移転システムの整備。

土井委員



Ⅲ.まとめ

- 加速器および利用技術の研究開発においては今後ますます産学官連携が不可欠。

Source-Driven R&D から Program-Driven R&Dへ

- 学・官における先導的技術の開発とその利用への施策が今後とも必要。
- 産業界における確実なニーズにつなげる努力も必要。
- この分野における人材育成が特に重要。