



放射線利用のための放射線工学 の役割と課題

中島 宏 先生ご説明資料



放射線利用のための放射線工学の役割と課題

J-PRAC

放射線工学の役割: 物質や体内などでの放射線の挙動を解析、測定することにより、原子炉、核燃料施設、RI使用施設、加速器等の設計、放射線被曝評価、照射効果を予測、測定し、原子力、医学、宇宙開発、産業利用等に資すること。

放射線挙動解析: 放射線の挙動(空間、エネルギー変化)をコンピュータプログラム(コード)及び核データを用いて予測(シミュレーション)する。

計算コード

米国製: ANISN、DOT3.5

30年以上前開発、原子炉許認可の主流

DORT、MCNP、MCNPX、FLUKA

近年開発、世界で広く使用

日本製: MVP、PHITS

近年開発、世界的に使用

核データ: 放射線挙動解析のための物理データ

米国製: ENDF

30年以上前開発、原子炉許認可の主流

日本製: JENDL

・米国DOE及びDOCの指示で、我が国で民間も含めて広く利用されてきたコード: MCNP及びMCNPXが**配布制限**となった。

非公開の理由は公表されていない:
過去の例からして、今後も起こりうる!

影響

- ①原子力技術開発に制約がかかる。
- ②安全評価に最新の知見が反映できない。
- ③国際標準手法として米国のコードが使用されているため、原子力技術輸出、海外移転に制約。

現状

- ・放射線挙動解析は、多くが米国製に依存してきた。
- ・安全評価は極めて保守的なため、最新の国産技術の開発を阻害してきたが、今後は**国産の放射線挙動解析技術開発が必要**

課題

- ①放射線挙動解析技術の開発、維持管理
- ②多種・多様な放射線の物理・工学の知見を有する優れた研究者確保が必要(後継者不足が懸念)
- ③利用を普及させ、評価結果の信頼性を確保するためには、コード及びデータの維持・管理が必要



以下、参考資料



放射線工学とは

放射線工学の役割

物質や体内などでの放射線の挙動を解析、測定することにより、原子炉、核燃料施設、RI使用施設、加速器等の設計、放射線被曝評価、照射効果を予測、測定し、原子力、医学、宇宙開発、産業利用等に資すること。

放射線挙動解析

放射線の挙動(空間変化、エネルギー変化)をコンピュータプログラム(コード)及び核データを用いて予測(シミュレーション)すること。

放射線挙動解析の方法

ボルツマン輸送方程式、モンテカルロ法が広く適用され、現在は以下のようなシミュレーションコードが利用されている。

米国製

ANISN、DOT3.5: 30年以上前開発、現在の原子炉許認可の主流

DORT、MCNP、MCNPX、FLUKA: 近年開発、世界で広く使用

日本製

MVP、PHITS: 近年開発、世界的に使用

核データ

放射線の挙動を解析するために使う物理データ

米国製

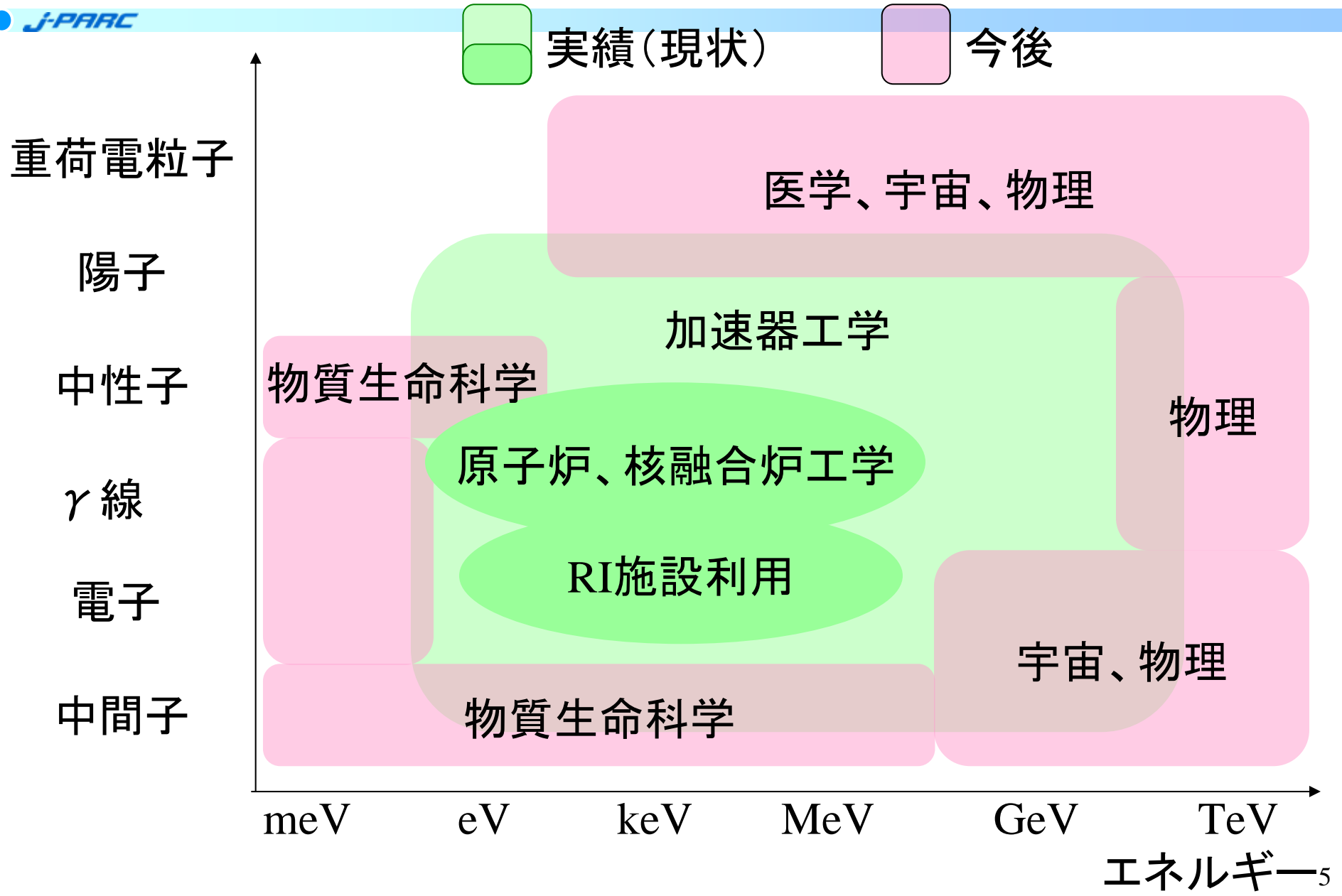
ENDF 現在の原子炉許認可の主流は30年以上前のもの

日本製

JENDL



放射線利用の広がり ⇒ より多様な粒子、幅広いエネルギーへ





放射線挙動解析コードにおける使用制限

J-PRAC

2009年4月 米国DOE及びDOCの指示で、我が国で民間も含めて広く利用されてきたモンテカルロ計算コード: MCNP及びMCNPXが配布制限となった。

6月 配布制限は解除されたが、内容が非公開となり実質的に利用ができない。

非公開の理由は不明: 著作権問題? 品質保証問題?

影響

- ①原子力技術開発に制約がかかる。
- ②安全評価に最新の知見が反映できない。
- ③原子力技術輸出、海外移転に制約がかかる。

これまでのコード及びデータの使用制限の例: 今後も起こりうる!

○国家(米国)による制限

- ・ENDF/B-Vの非公開
- ・MCNP、RELAP公開停止情報

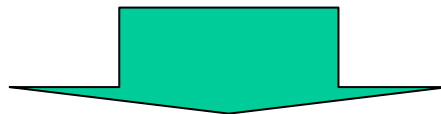
○作成者による制限

- ・FLUKA(CERN)の内容公開制限、精度検証禁止
- ・MARSの内容公開制限



国産のコード及びデータ開発が必要

- 放射線挙動解析は、多くが米国製に依存してきた。
- 安全評価は極めて保守的なため、最新の国産技術の開発を阻害してきたが、今後は**国産の放射線挙動解析技術開発が必要**



放射線挙動解析技術の開発、維持管理

- 多種・多様な放射線の物理、工学の知見を有する優れた研究者の確保が必要(後継者不足が懸念)
- 利用を普及させ、評価結果の信頼性を確保するためには、コード及びデータの維持・管理が必要

参考

MCNP(米国)の維持管理費: 20人年x30年=約60億円

PHITS(日本)の開発費: 約1億円(10年間)(J-PARC予算の一部)、維持管理の予算はなし



J-PARC

我が国での計算コード開

原子力施設
炉心設計
遮蔽設計
許認可

加速器開発
施設遮蔽設計
加速器BNCT
IFMIF/EVEDA
消滅処理(炉心解
析コードシステム
ATRAS)

**廃棄物
処理・処分**
遮蔽設計
許認可

素粒子・核物理
物理機構解明
検出器開発

宇宙工学
宇宙線環境評価
被ばく評価

医学利用
粒子線治療
BNCT(線量評
価システムJCDS)
診断、治療効果
評価

放射線防護
線量換算係数
マイクロシメリー
被ばく評価

物質・生命科学
冷中性子挙動解析
中間子挙動解析
検出器開発

照射効果評価
材料損傷評価
損傷機構解明

**粒子・重イオン
輸送計算コード
PHITS**

電磁カスケード
モンテカルロコード
EGS

核データ:
JENDL-4、HE

連続エネルギー法
汎用輸送モンテカル
ロコード **MVP**

ガンマ線
点減衰核
コード **QAD**

Jet核・核
微視的
輸送模型
JAM

高エネルギー核反応
及び核子・中間子
輸送シミュレーションコード
NMTC/JAM

QMD模型
計算コード
JQMD

誘導放射能
計算コード
DCHAIN-SP

人体形状
ファントム
モデル