

Section 9.

Q&A + 超新星爆発

9.1 Q&A

9.2 超新星爆発の観測

「宇宙の爆発現象」

- 恒星の性質と進化の概要を理解する
- 星の爆発で何が起きているのかを理解する
 - 爆発のメカニズム
 - 電磁波放射のメカニズム
- 宇宙の元素の起源を理解する
- 「時間軸天文学」や「マルチメッセンジャー天文学」の最新的话题に触れる

講義資料と日程

<https://www.astr.tohoku.ac.jp/~masaomi.tanaka/chiba2021>

内容

- 全体の概論
- 恒星の性質
- 恒星の進化
- 超新星爆発
- 爆発現象からの電磁波放射
- 元素の起源
- 時間領域天文学、マルチメッセンジャー天文学

* 半分板書、半分スライド

成績

- 出席、質問
- レポート課題

様々な疑問を物理を使って理解しよう

- なぜ星は「進化」するのか？
- なぜ質量で運命が変わるのか？
- なぜ星は爆発するのか？
- 超新星の膨大なエネルギーはどこからきたのか？
- 超新星はなぜ非常に明るくなるのか？
- なぜ中性子星合体は輝くのか？
- ...

熱力学

統計力学

力学

電磁気学

宇宙物理学
天体物理学

流体力学

原子核物理学

量子力学

相対論

Section 9.

Q&A + 超新星爆発

9.1 Q&A

9.2 超新星爆発の観測

Section 9.

Q&A + 超新星爆発

9.1 Q&A

9.2 超新星爆発の観測



SN 2011fe

B. J. Fulton



SN 2011dh —

爆発現象の観測

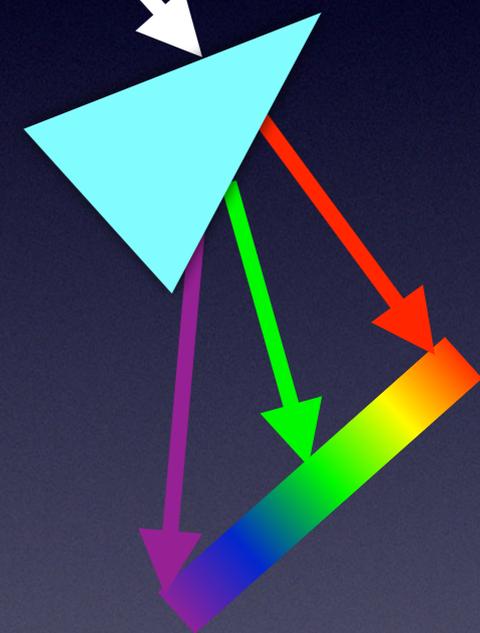
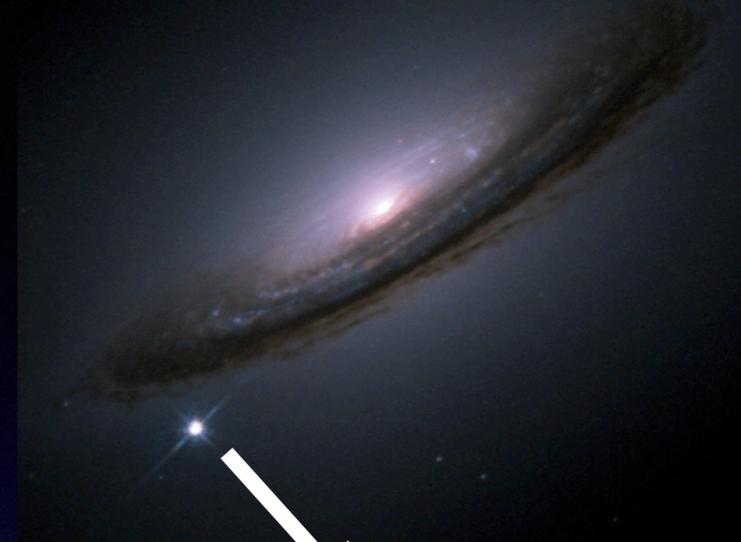
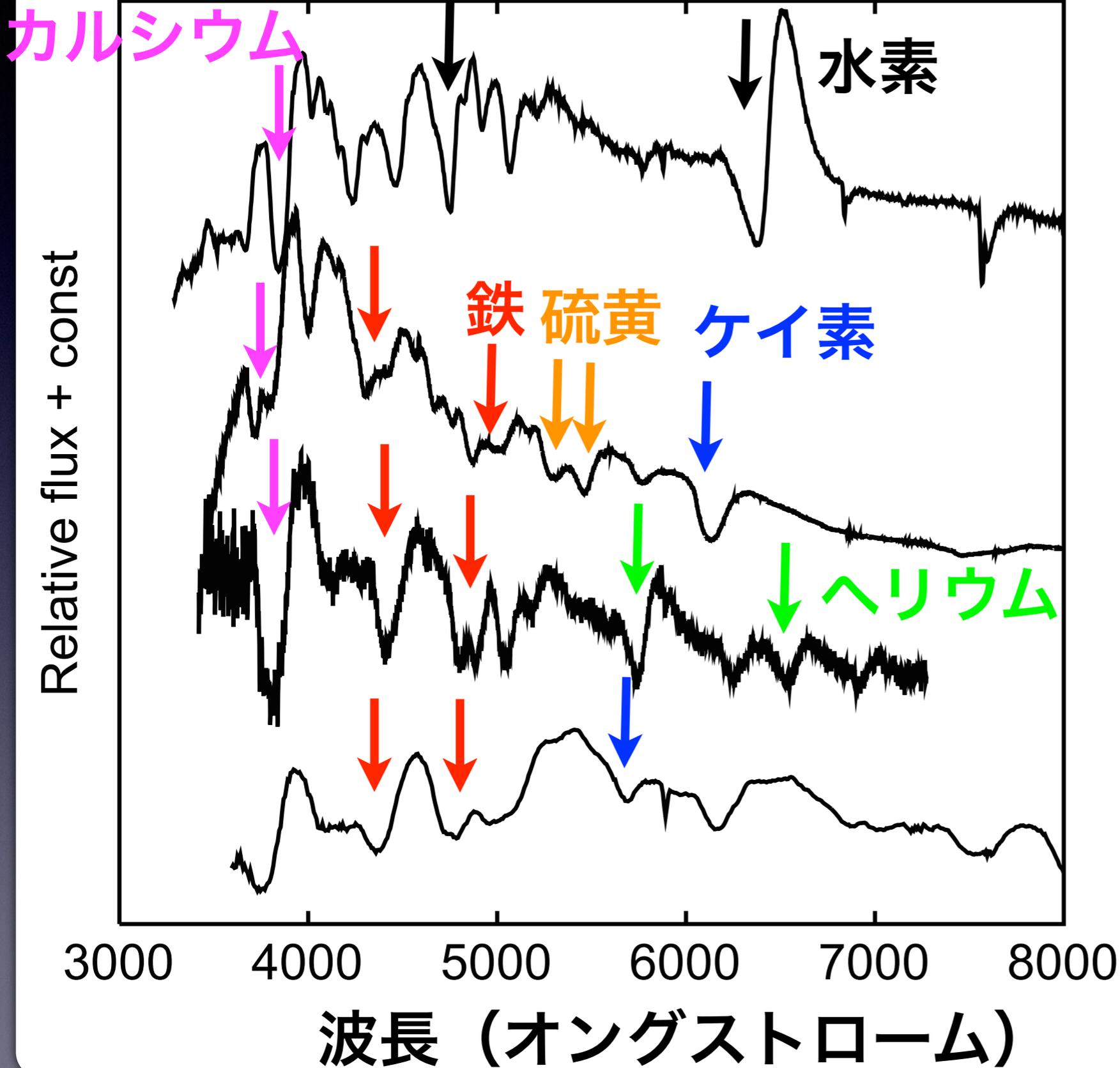
- 光度曲線

- 明るさ(各波長)の時間的な進化

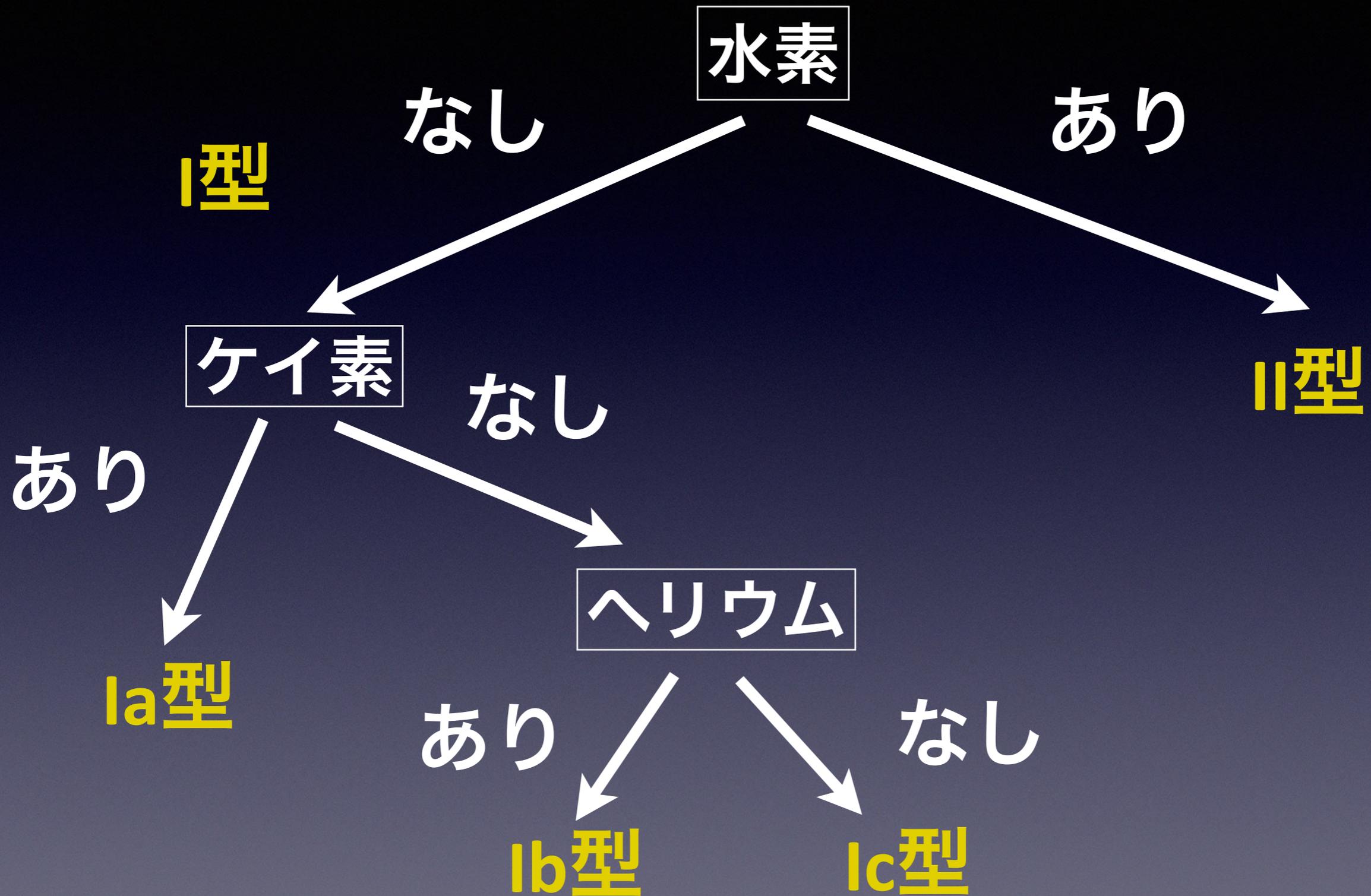
- スペクトル

- 波長方向の情報（とその時間的な進化）

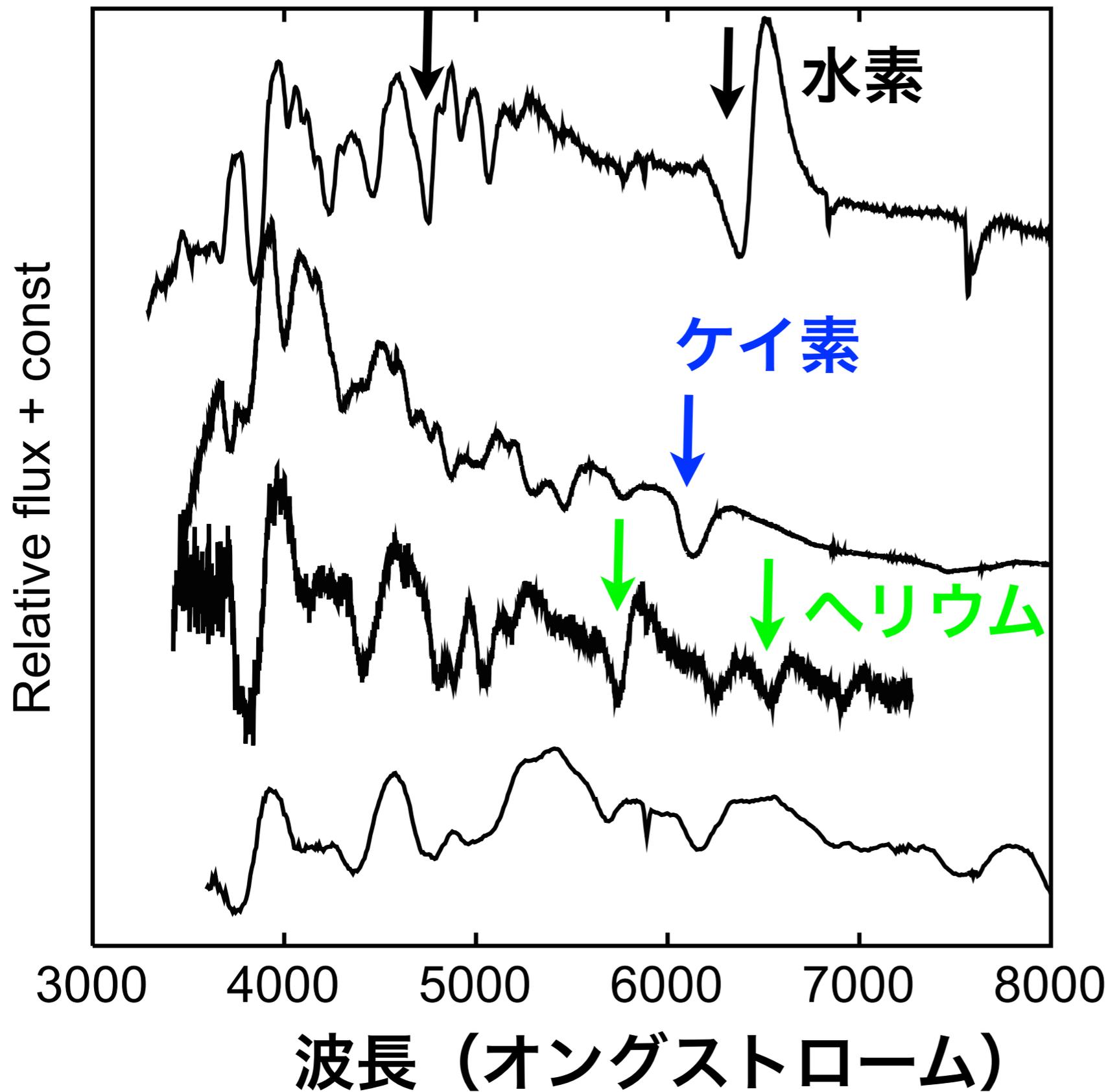
超新星の分類：分光学



超新星：4つのタイプ



超新星：4つのタイプ



II型

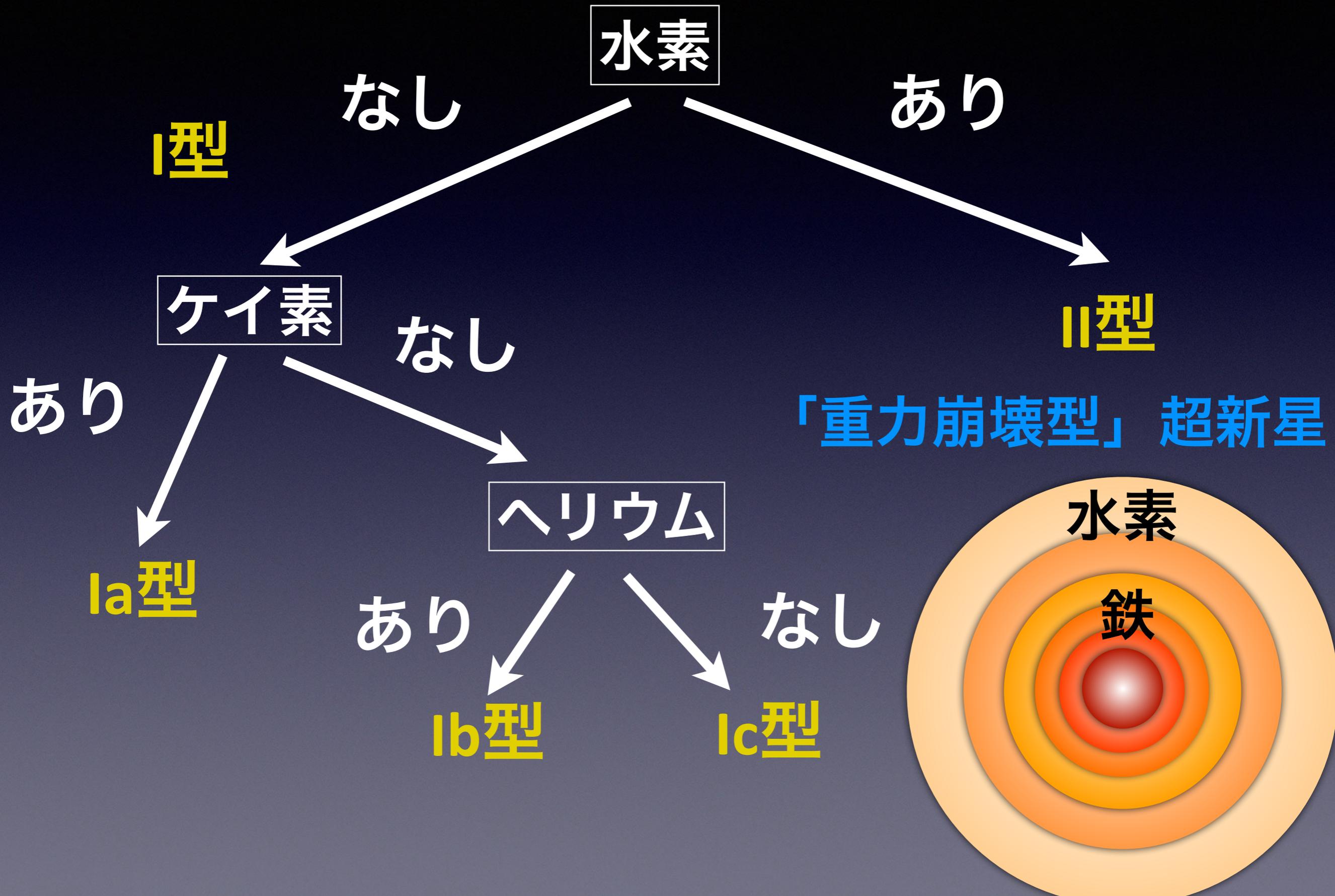
I型

Ia型

Ib型

Ic型

超新星：4つのタイプ



「重力崩壊型」超新星のタイプと母天体

II型

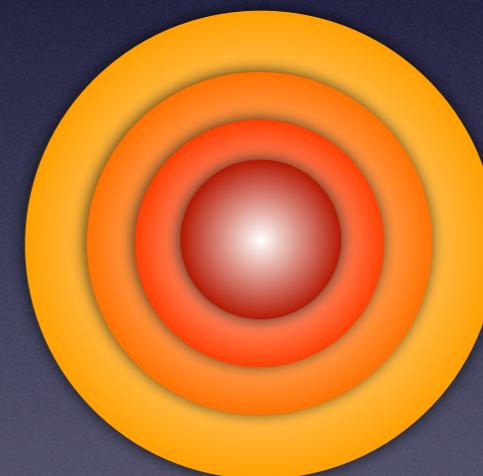
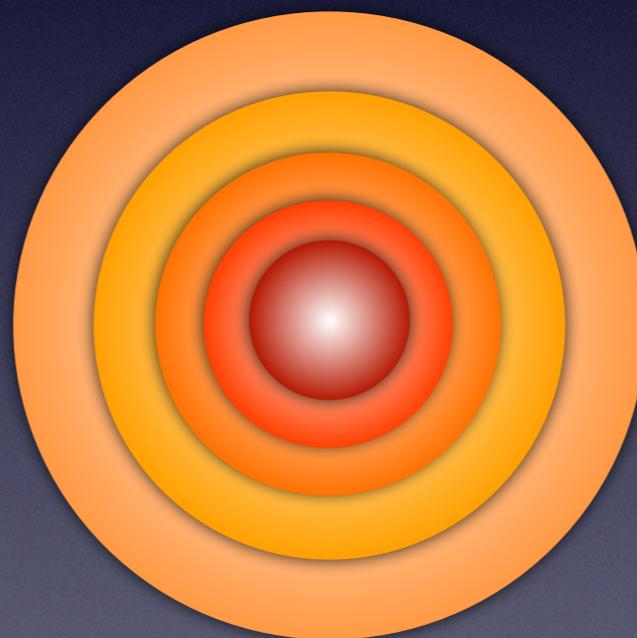
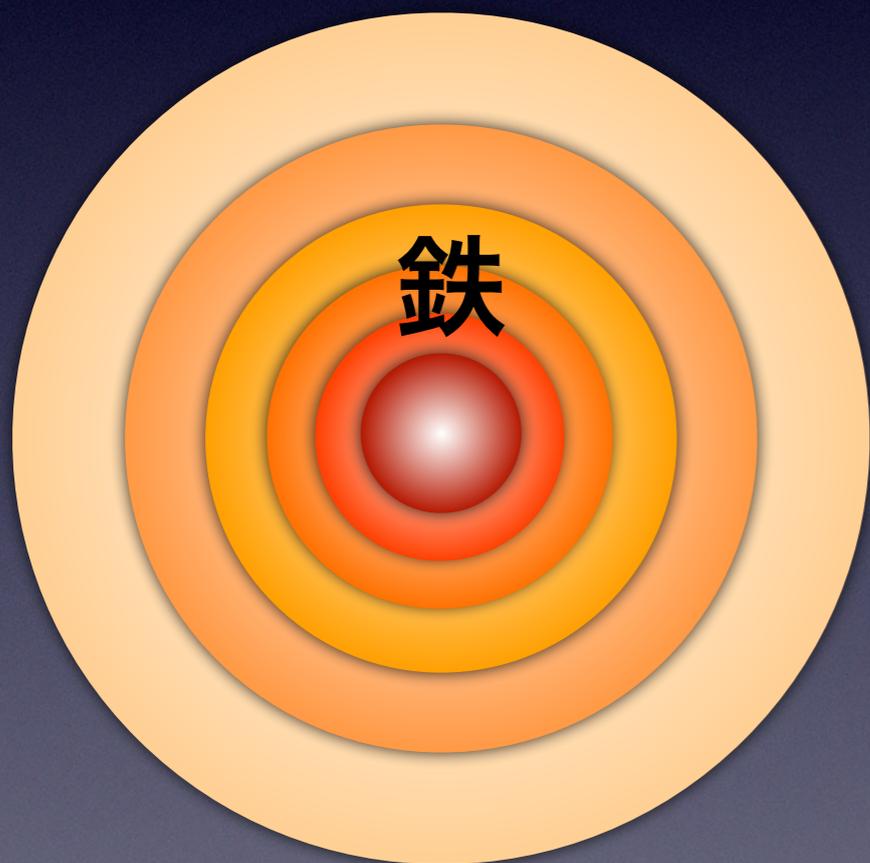
Ib型

Ic型

水素

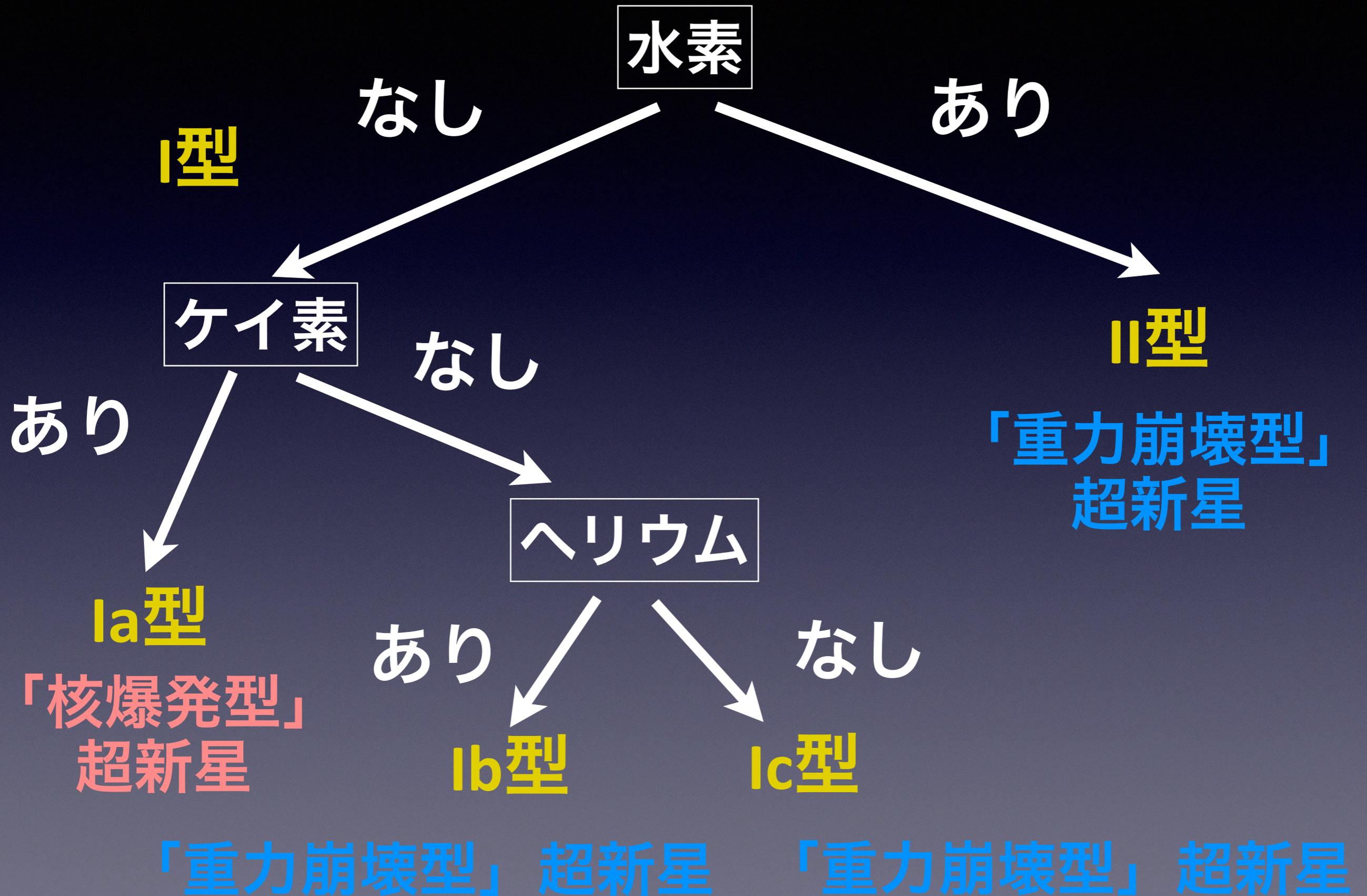
ヘリウム

炭素

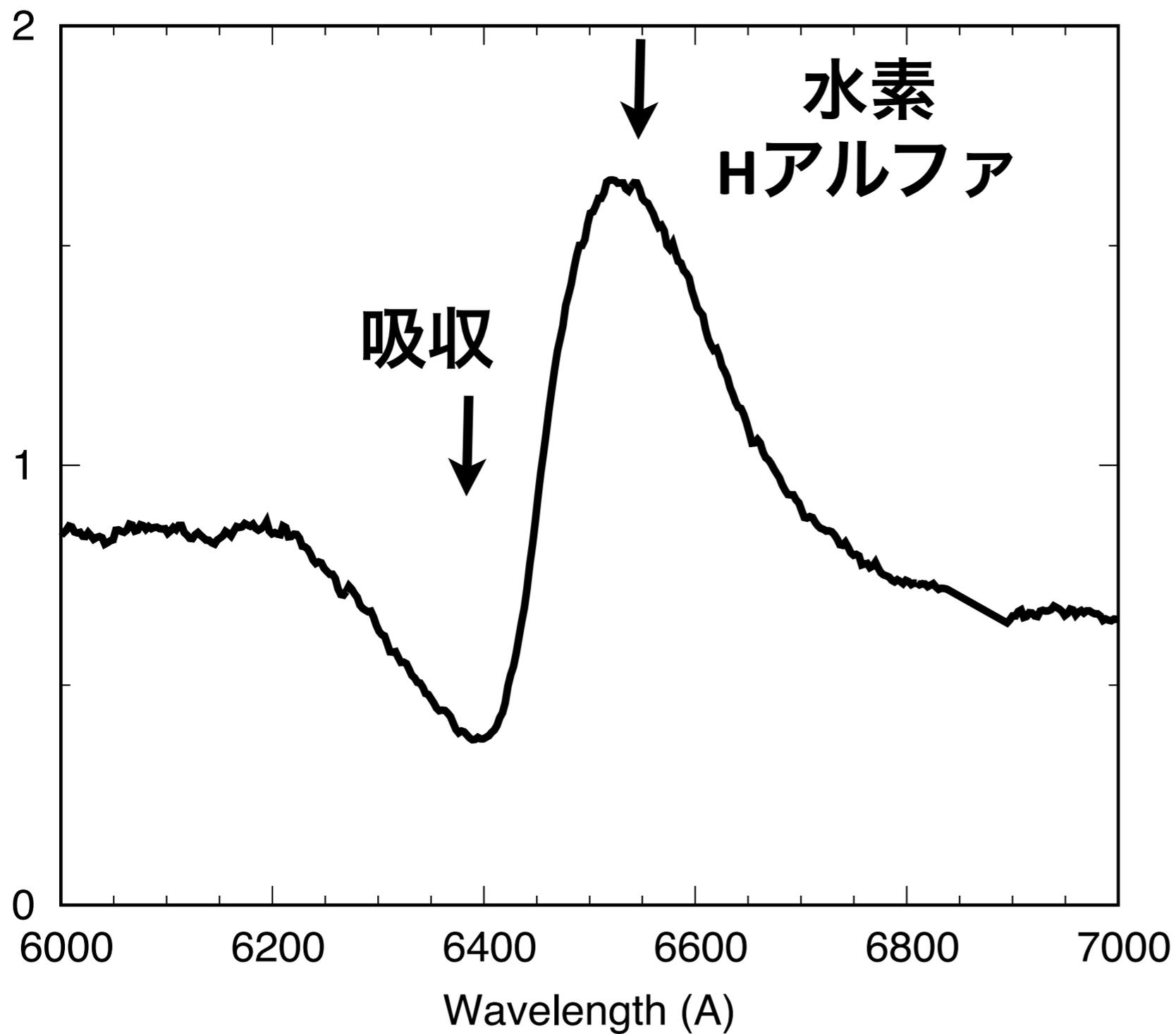


爆発前に「星風」が吹くと、、、

超新星：4つのタイプ

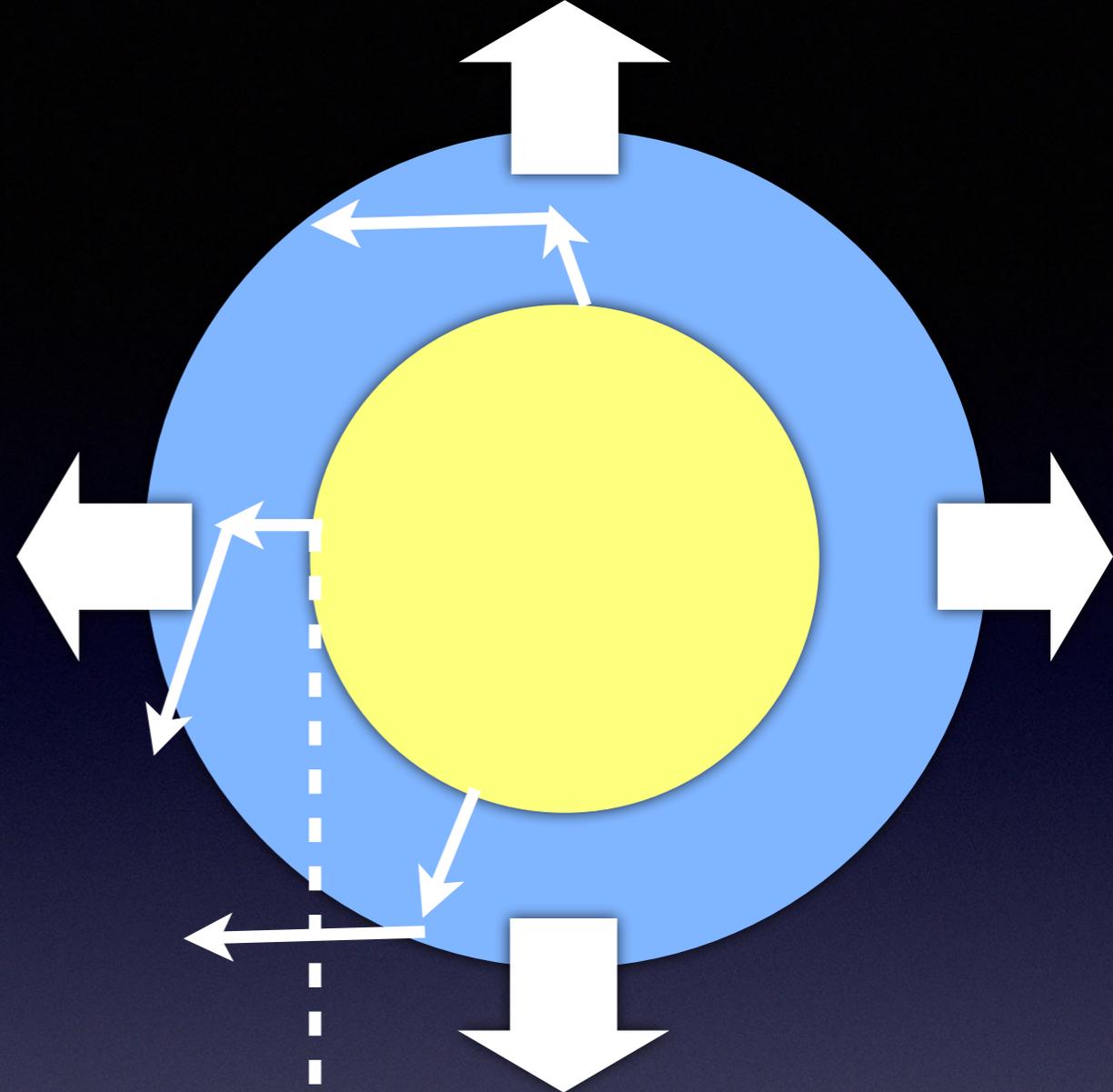


水素の吸収線 拡大図



“P-Cygni”
プロファイル

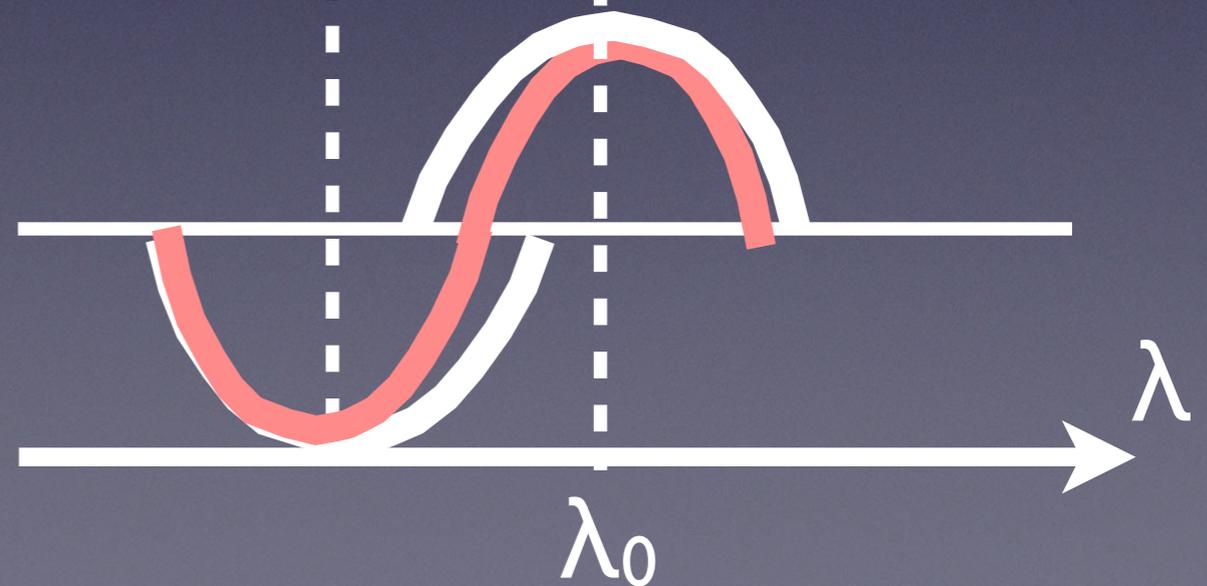
観測者 ←



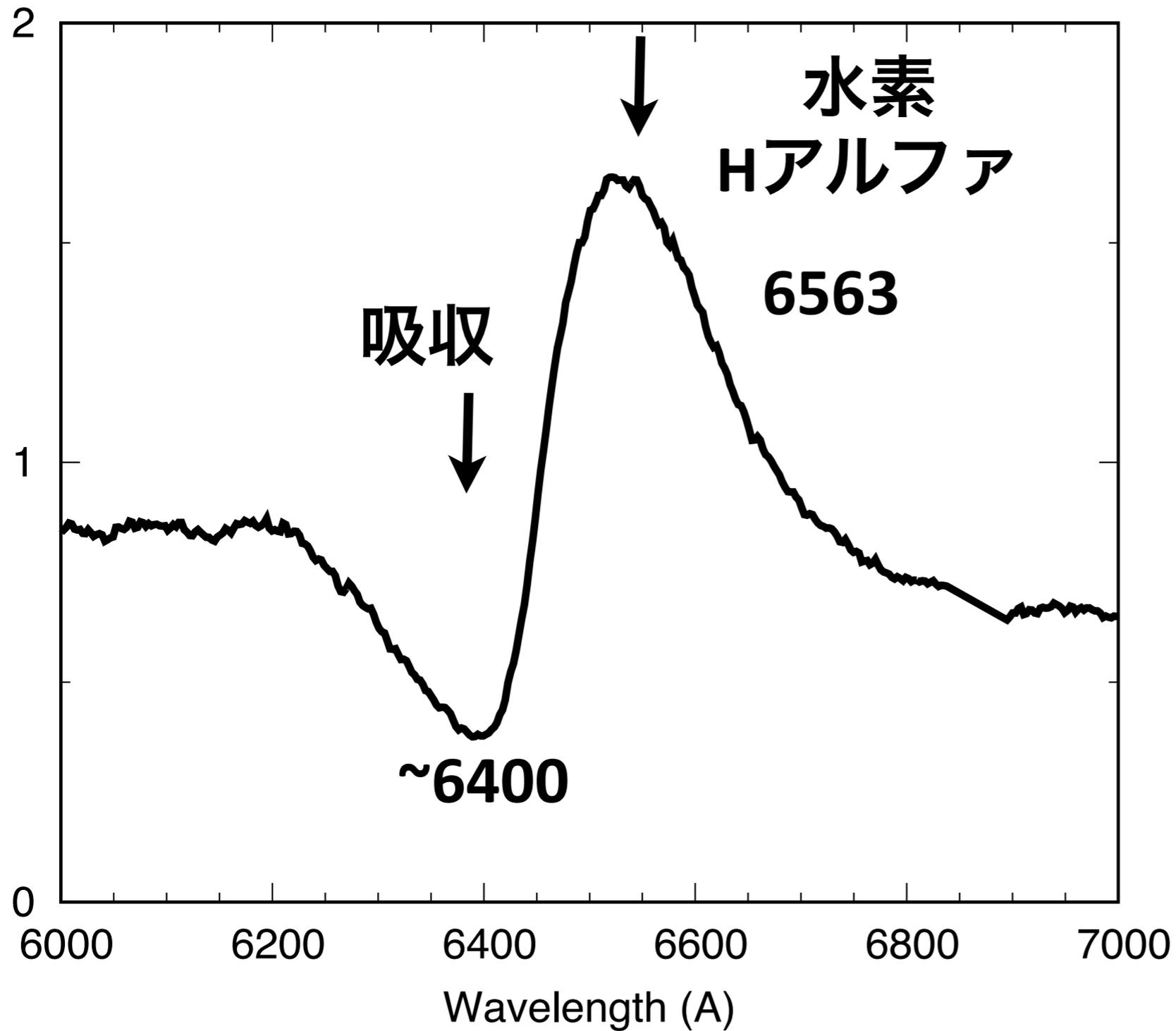
光のドップラー効果

$$\lambda = \left(\frac{c - v}{c} \right) \lambda_0$$

$$\frac{v}{c} = \frac{(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda_0}$$



水素の吸収線 拡大図



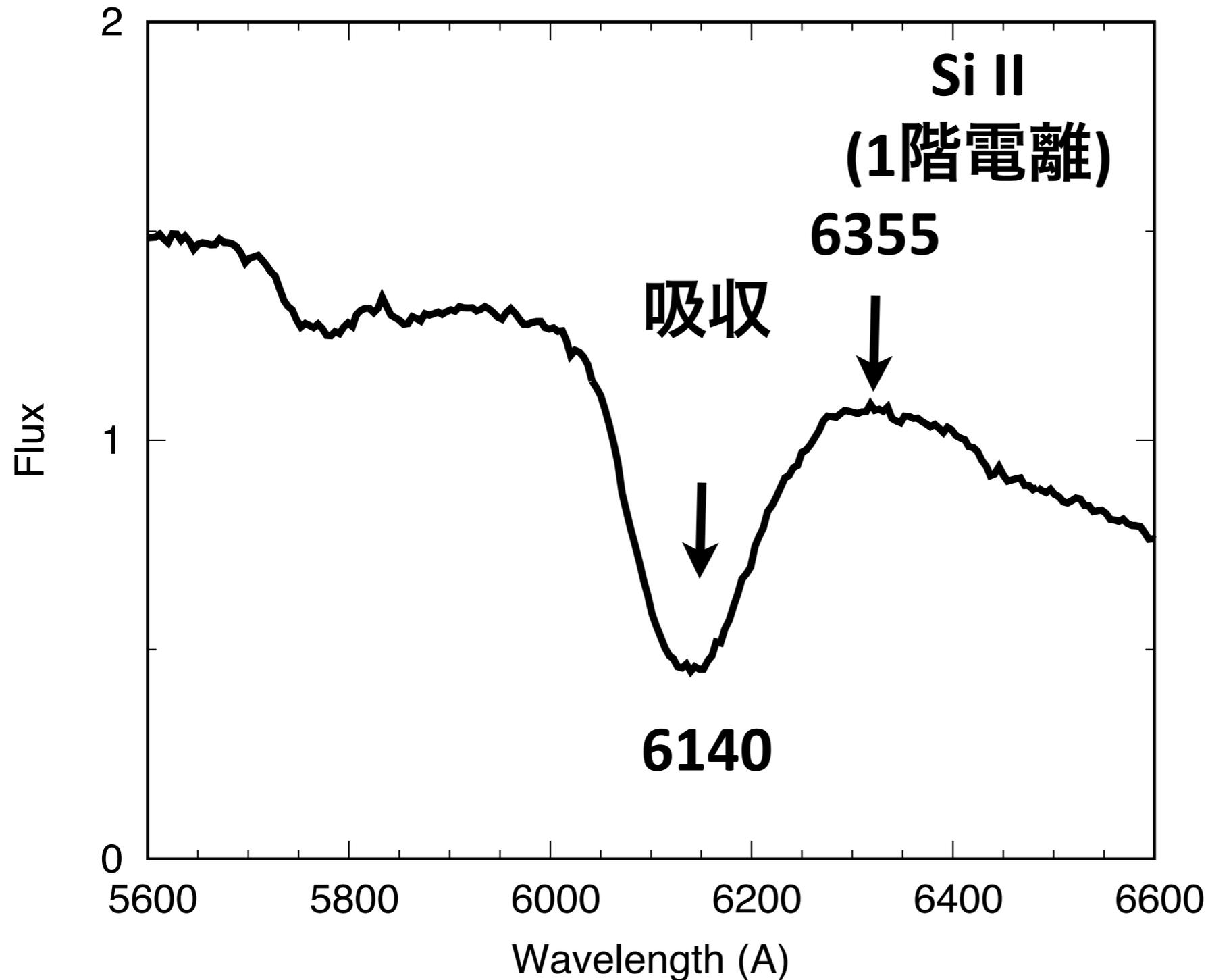
$$v/c = 163/6563$$

=>

$$v = 0.025 \times c$$

$$\sim 7,000 \text{ km/s}$$

Ia型超新星のケイ素



$$v/c = 215/6355$$

=>

$$v = 0.033 \times c$$

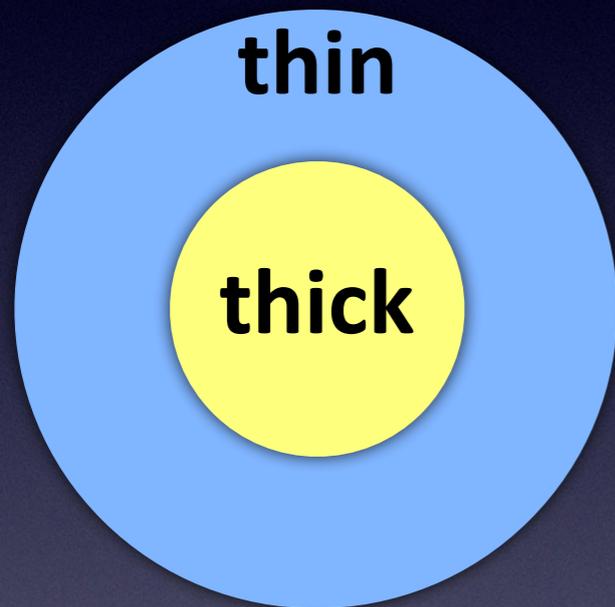
$$\sim 10,000 \text{ km/s}$$

Ia型 > II型

Appendix

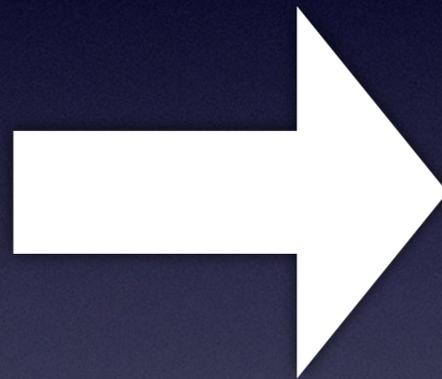
超新星の時間進化

爆発20日後
~ 10^{15} cm

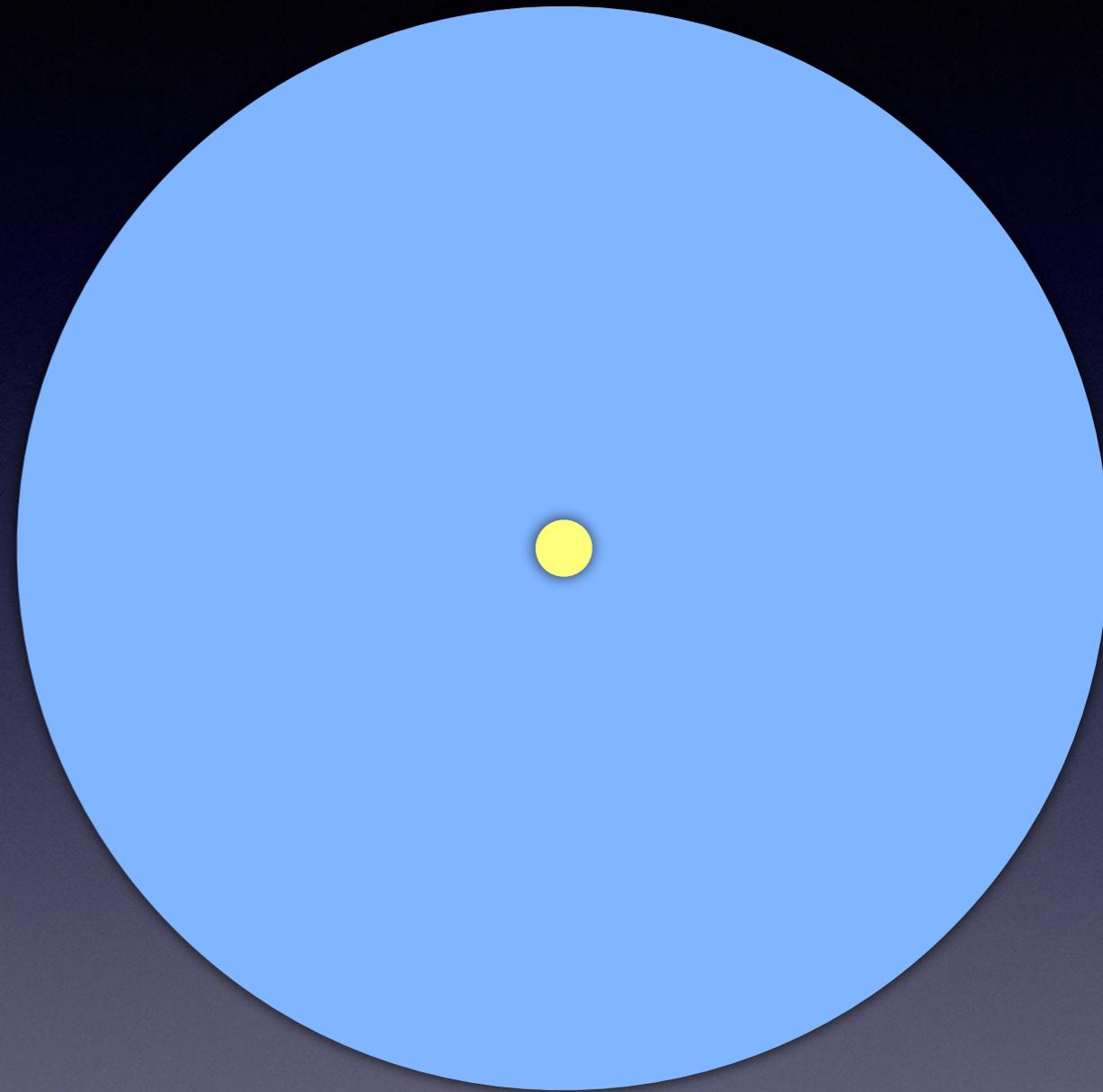


「光球」がある

吸収線



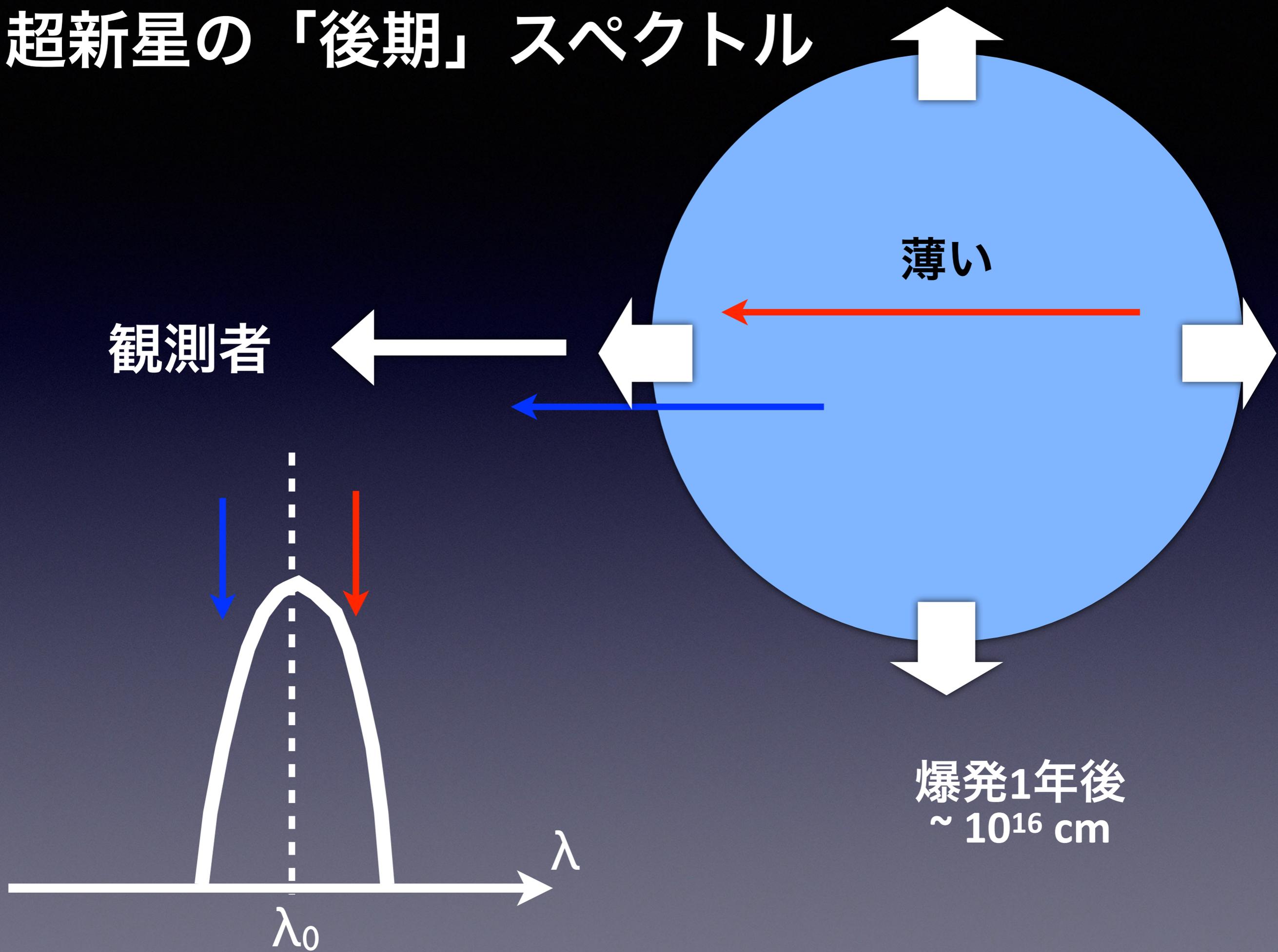
爆発1年後
~ 10^{16} cm



「光球」がなくなる

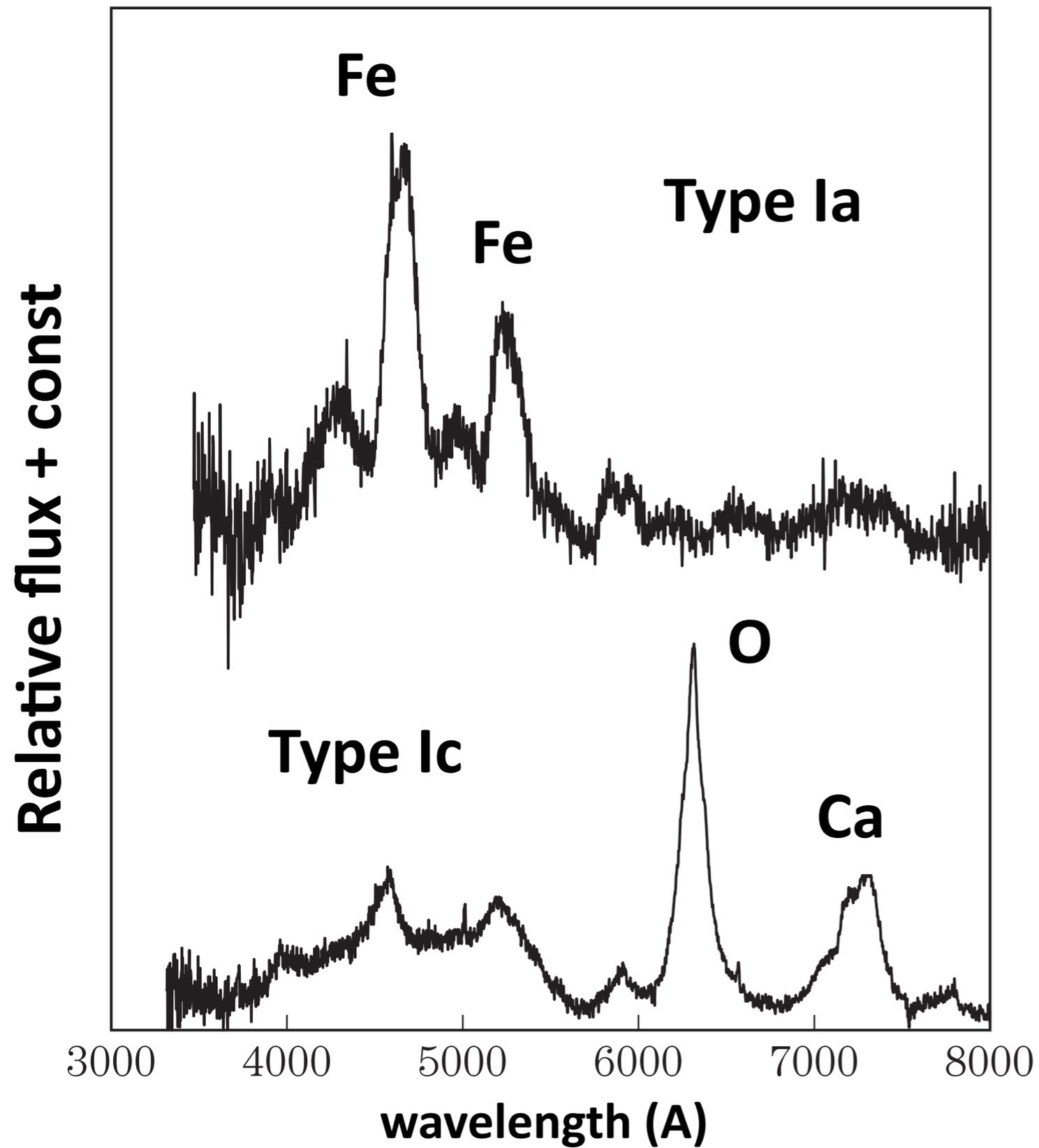
輝線

超新星の「後期」スペクトル



「後期」 スペクトル (> 50日)

輝線

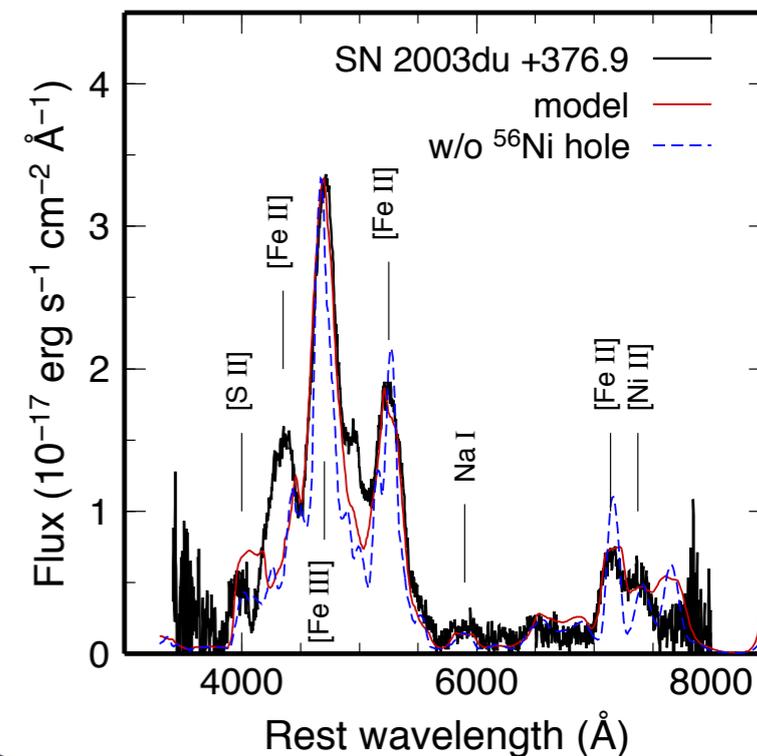
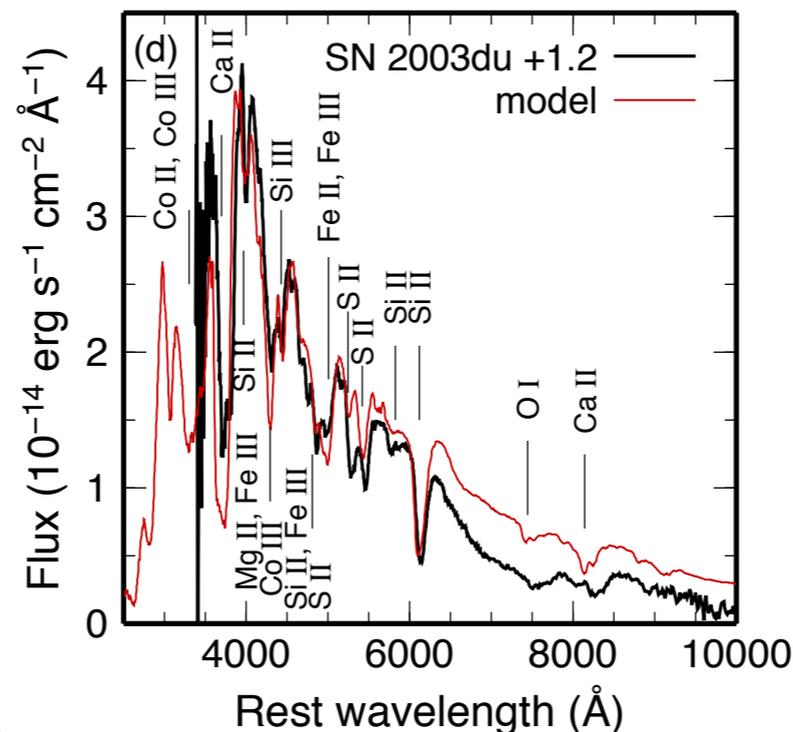
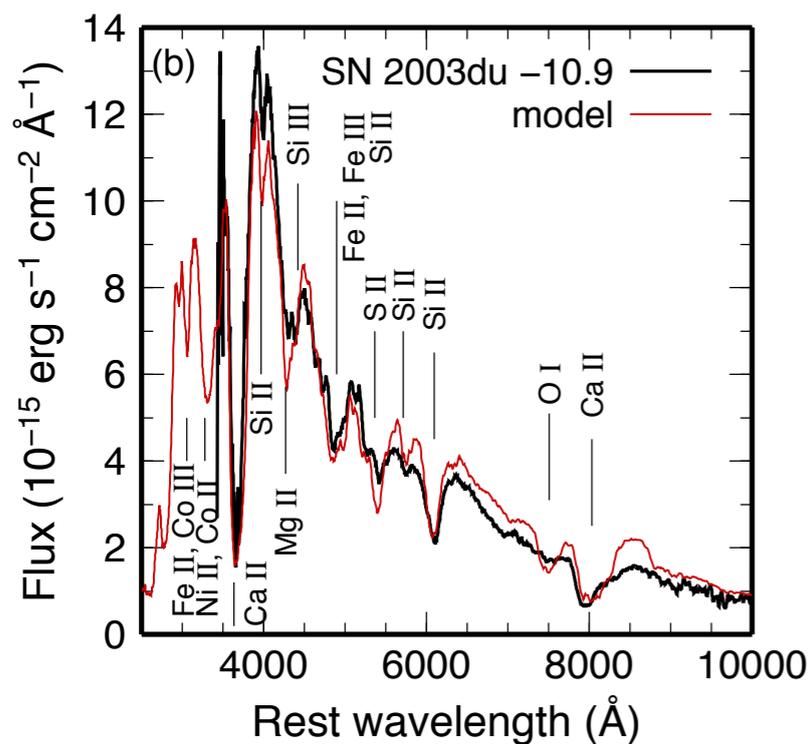


観測から超新星の元素組成を探る

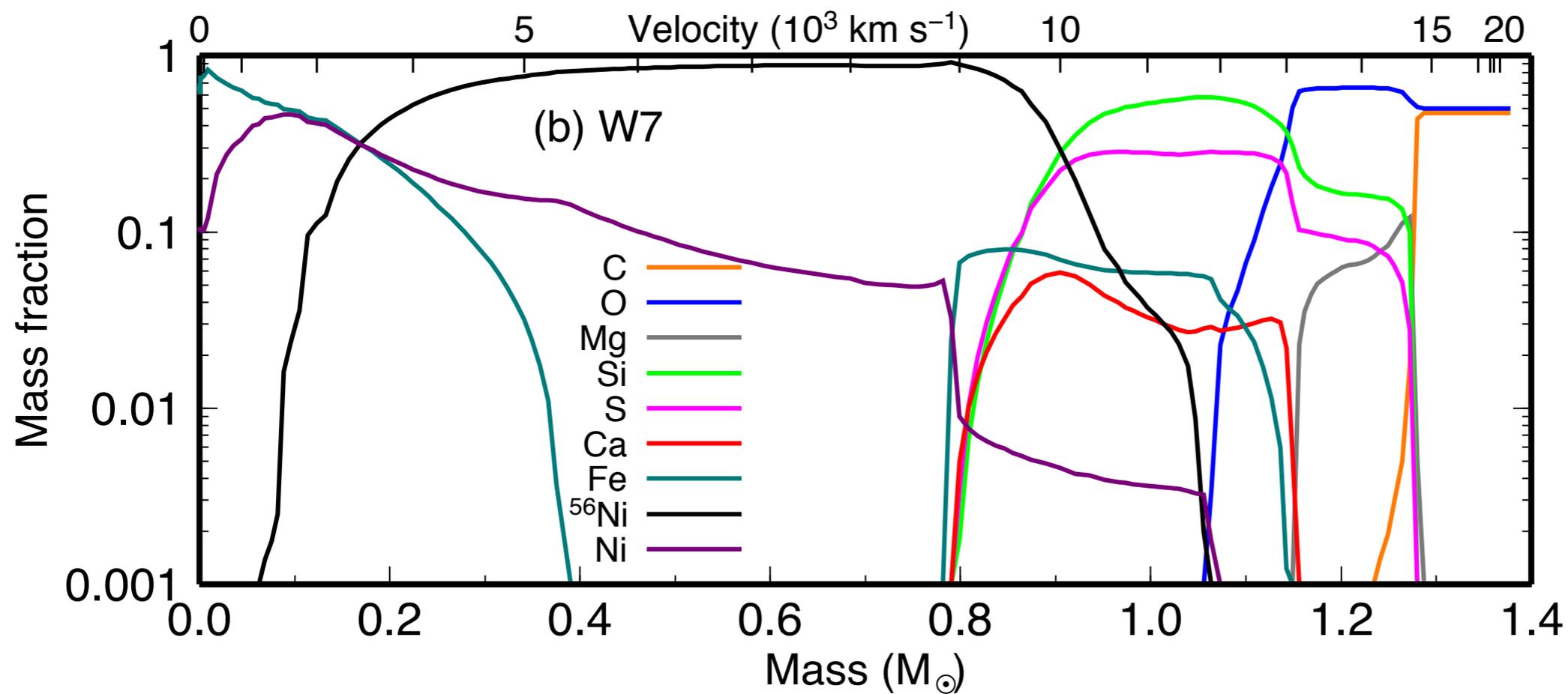
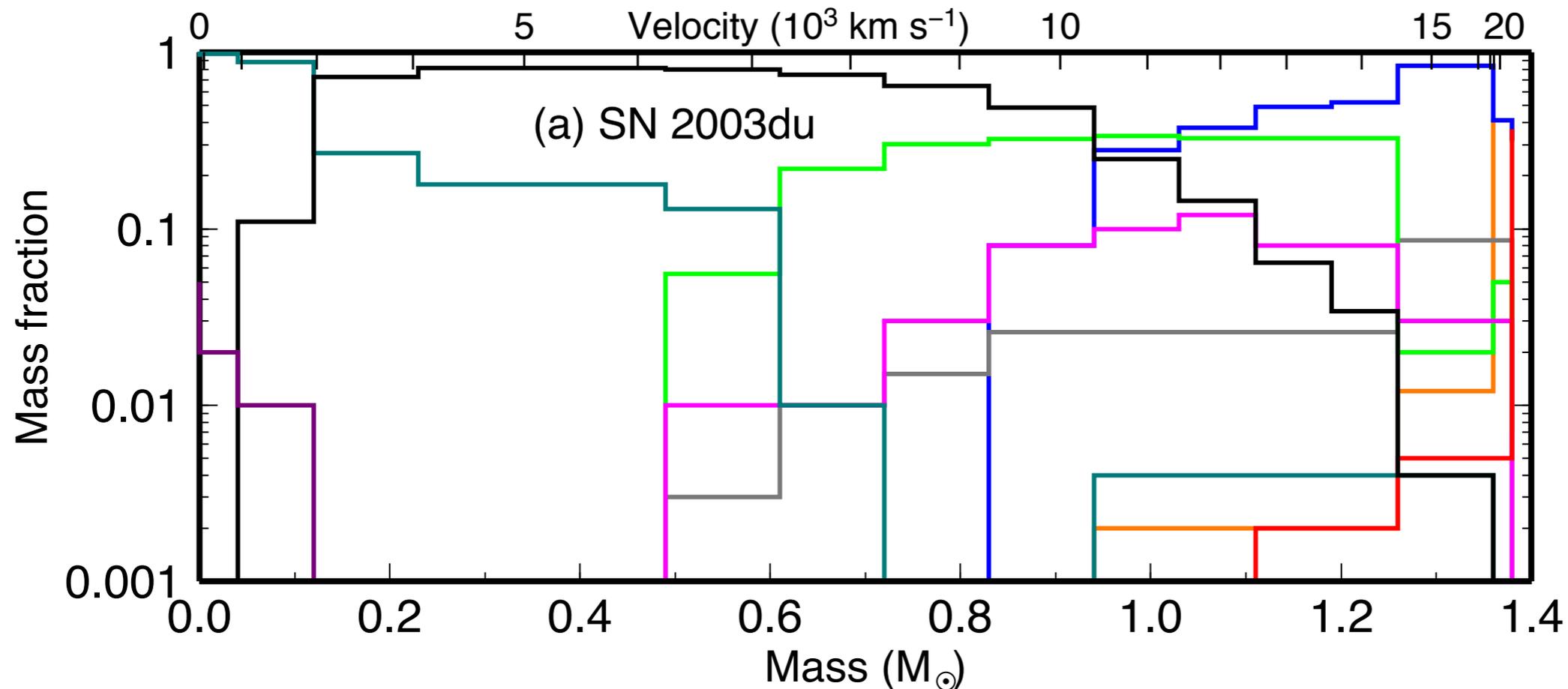
爆発数日後

爆発20日後

爆発1年後



観測



理論