

# JASMINEの迷光技術 I

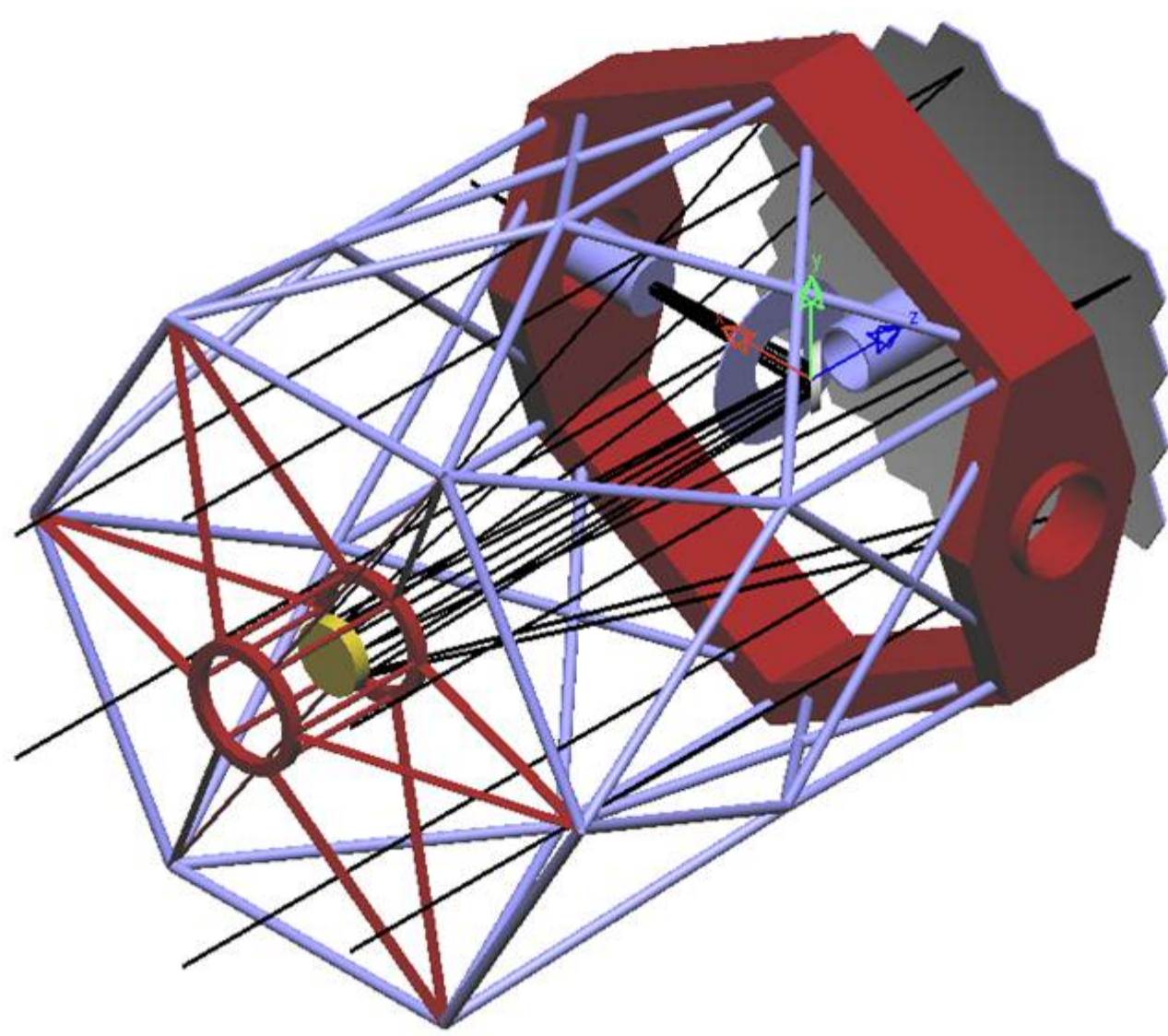
## 迷光評価技法とNano-JASMINE, Small-JASMINEの実際

JASMINE検討室 鹿島 伸悟

### LightToolsって何？

- LightToolsは、極めて正確な光線追跡と結果の解析が可能な3D-CADであり、「**散乱**」が扱えるのが最大の特徴である
- 本来は照明系の設計・解析用のソフトだが、**迷光解析用**としても非常に優れたソフトである
- 全て**幾何光学**ベースで、**回折は一切考慮しない**
- 基本はモンテカルロであり、数多くの光線を飛ばし、その光線追跡結果を統計的に解析する
- CodeVや一般の3D-CADとデータのやりとりが可能である

### サンプルデータ;Keck望遠鏡



### 迷光解析時の入力要素

- 光源: 配光特性や形状、強度等を指定可能
  - 太陽光の場合は平行光を出す面光源とする
- フード等内面処理
  - 半球反射率: 立体角 $2\pi$ 内に散乱する全散乱光強度
  - 散乱特性: Lambert, Gauss, これらの組み合わせ、実測データ
  - 角度特性: 上記ふたつに入射角依存性がある場合、角度毎に特性を指定可能
- 光学部品の散乱特性: レンズやミラーの表面での散乱特性も勿論設定可能
- 受光器
  - 複数設定可能で、一度の光線追跡で計算可能
  - 大きさ・向き・メッシュ分割数等を指定可能

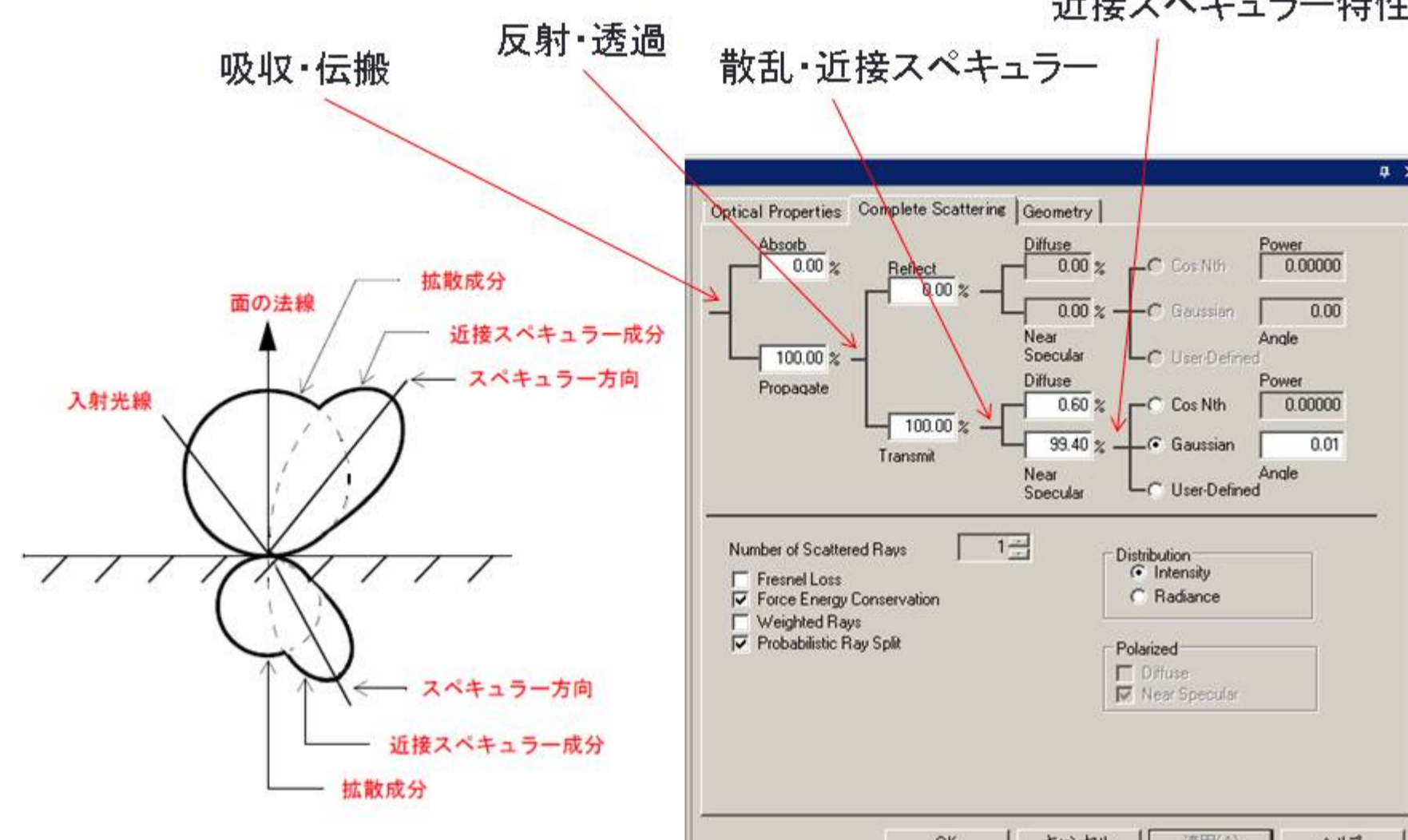
### 光源の入力要素

数多くのパラメタがあるが、重要でよく使うのは以下の4つ



### 散乱特性の入力要素

複雑な特性も簡単に指定可能

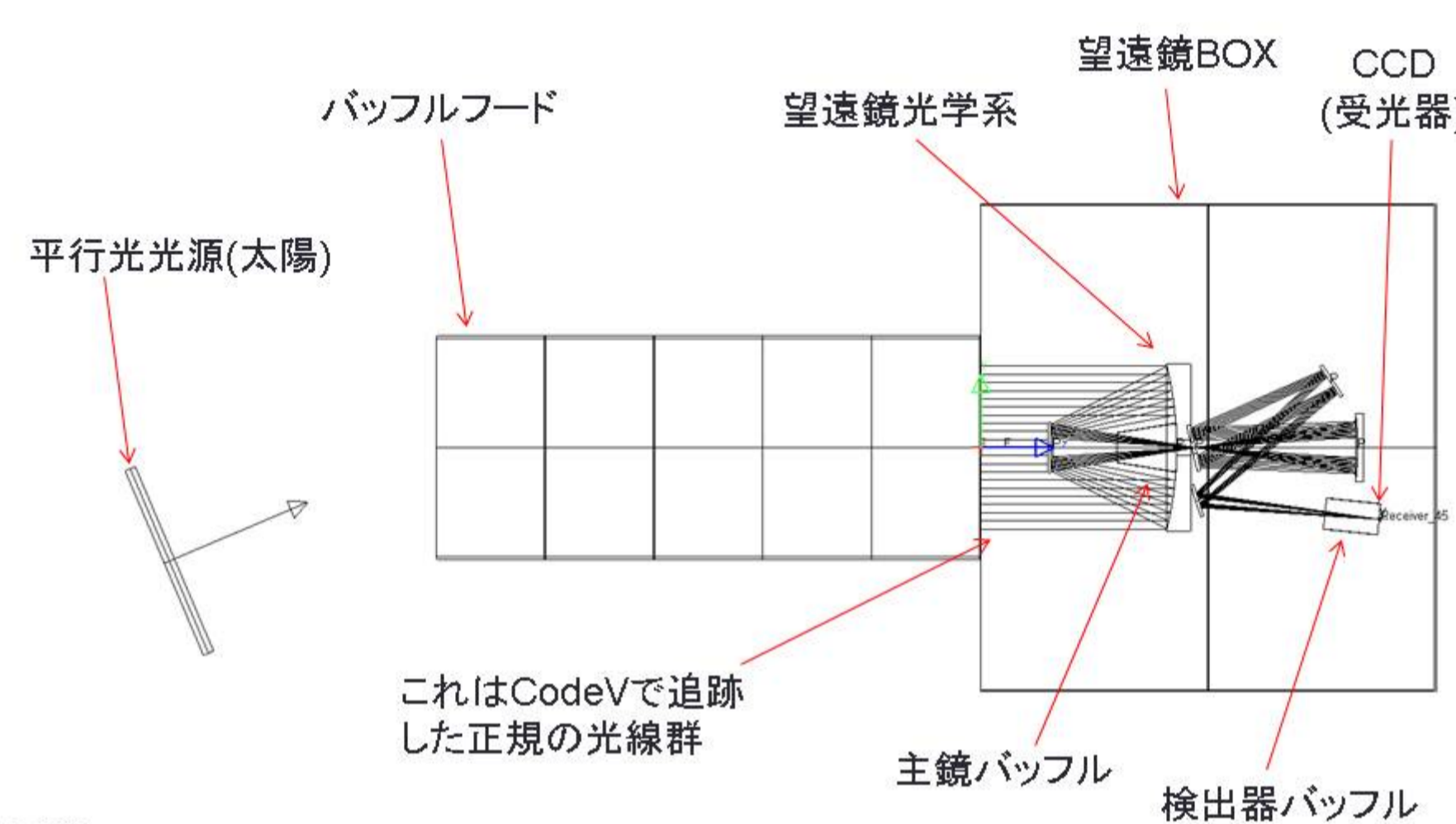


### 受光器の入力要素

様々な計算結果を表示

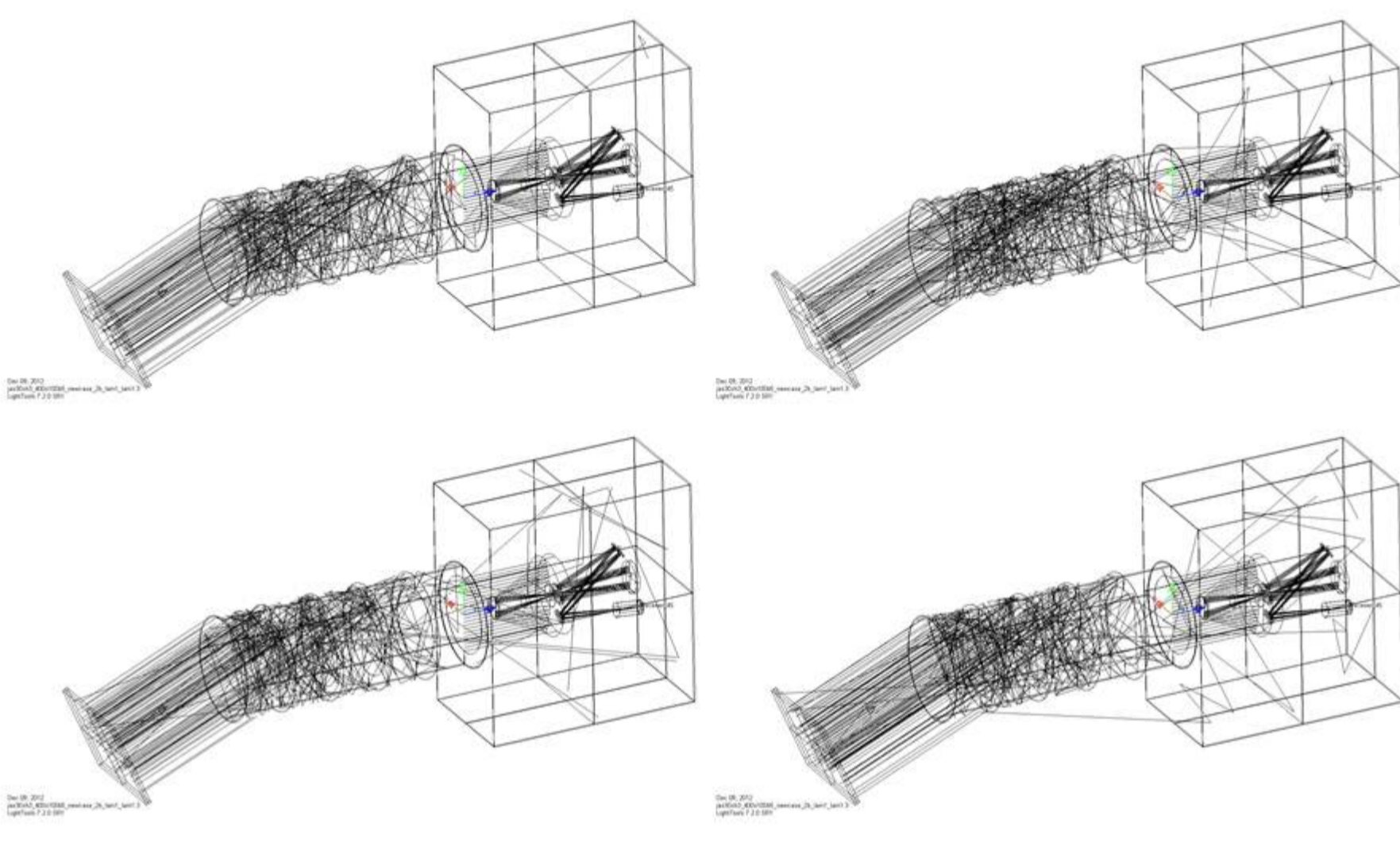


### 小型JASMINE全体のレイアウト



### 散乱光追跡の様子

毎回異なる乱数で追跡するため結果が異なる



### 迷光強度分布の解析

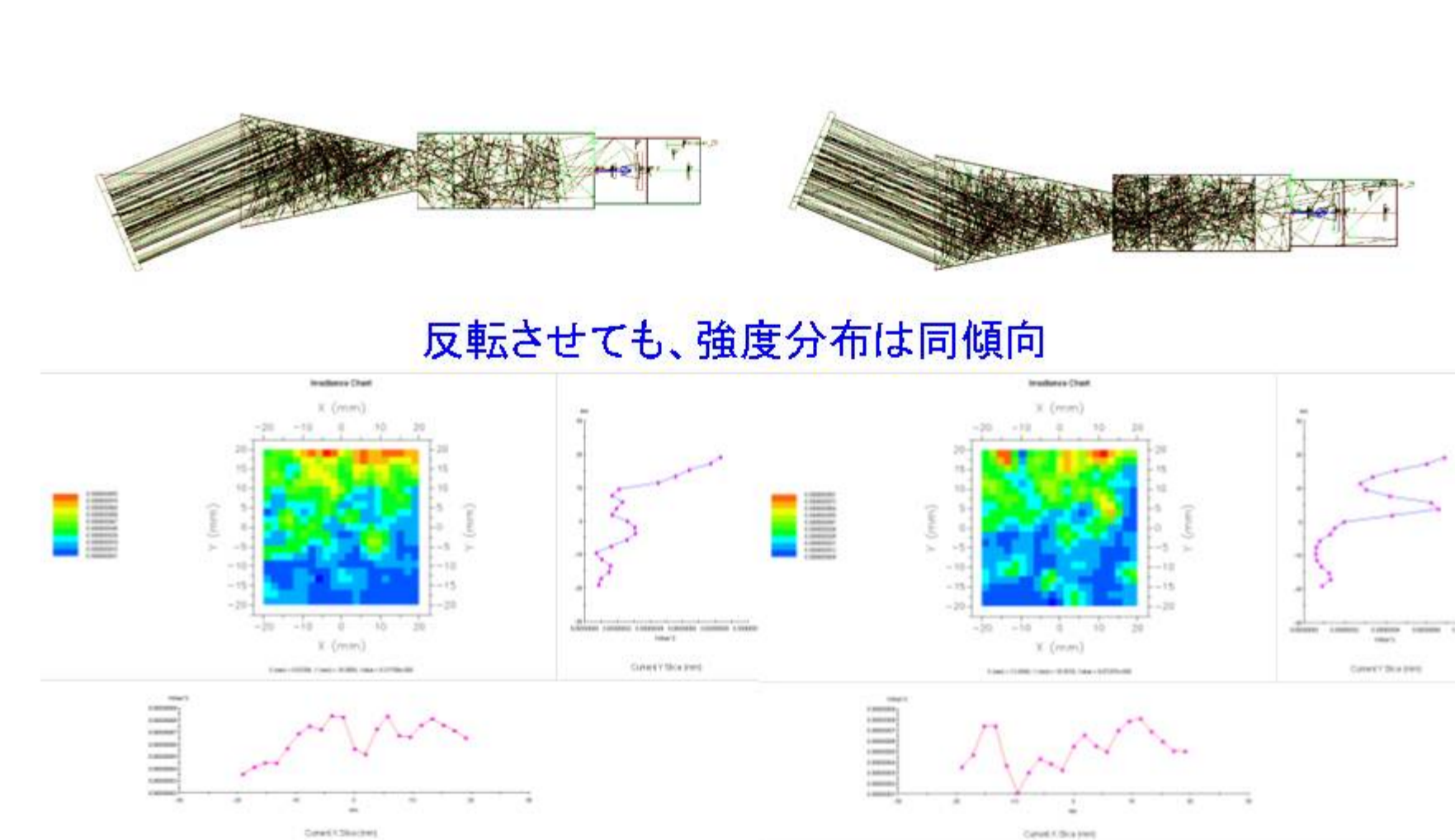
- CCD上で迷光が一様に広がらず、強度分布を持ってしまふと**場所によって迷光の影響が異なり**、後の解析が非常に面倒になる
- また、計算に非常に時間がかかるため、**迷光は総量だけで合否を判断したい**
- 強度分布を考慮する場合は受光面をメッシュに分ける必要があるが、**計算精度は各メッシュに到達する光線本数のルートで決まるため**、より多くの光線を飛ばす必要があるため
- 上記より、小型JASMINEで迷光に強度分布を持つ原因と、その対策方法に関して検討した

### 勾配の方向を決めている要因(1)

- フード直後の迷光強度分布はほぼ回転対称であるため、検出器上の勾配方向を決める要因は以下の二つと考えられる
  - フードから射出する光線の角度の偏り
  - 望遠鏡光学系の第1平面鏡以降の非対称レイアウト
- この確認のため、望遠鏡とフードの向きはそのまま、光源方向を180度逆にしたもので計算を行った
- 結果、**勾配方向を決めているのは主に望遠鏡の非対称レイアウトであり**、換言すれば「**勾配は光源方向に依存しない**」ということがわかった

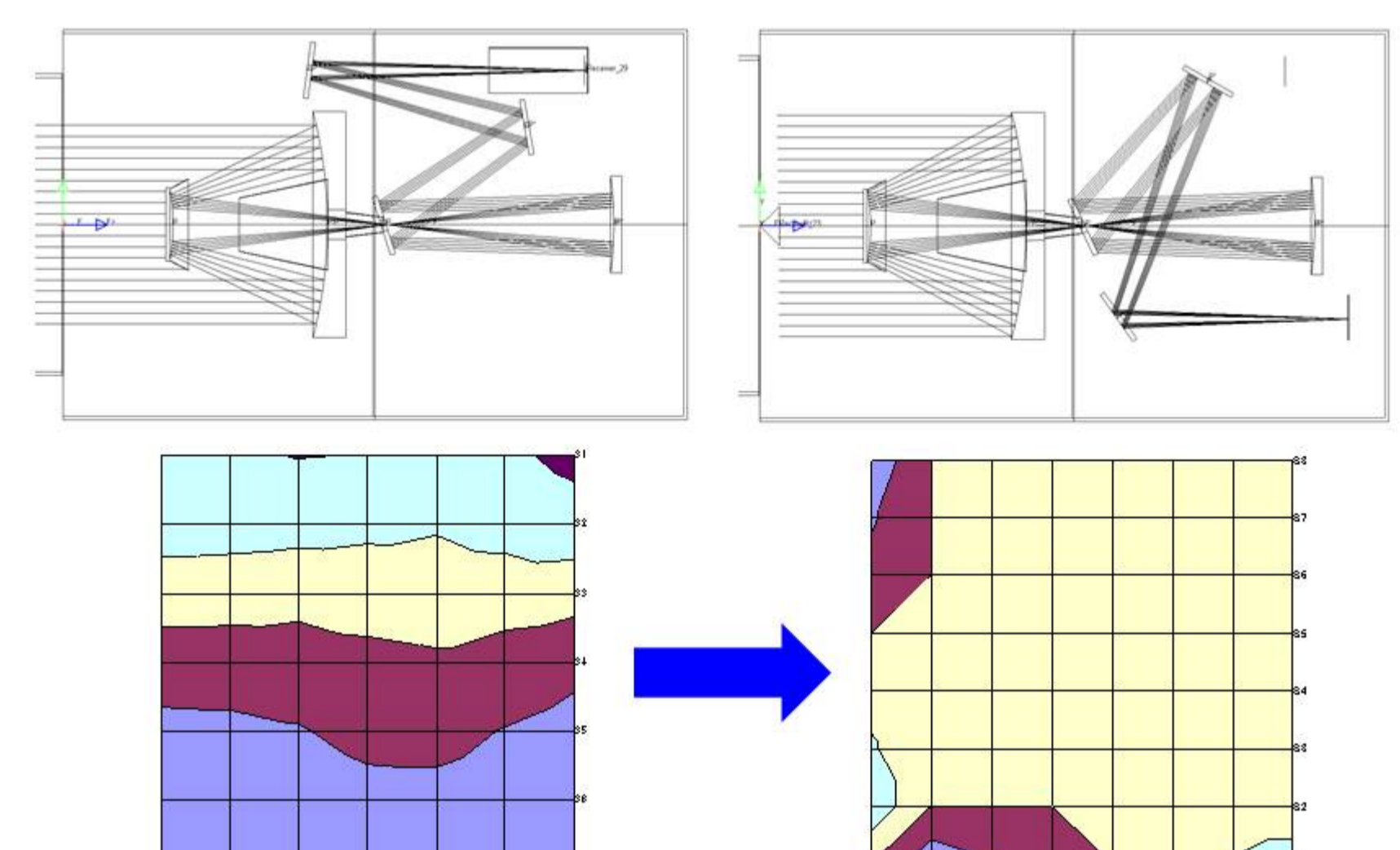
### 勾配の方向を決めている要因(2)

少し前の2段フードの場合であるが傾向は同じ



### 対策方法

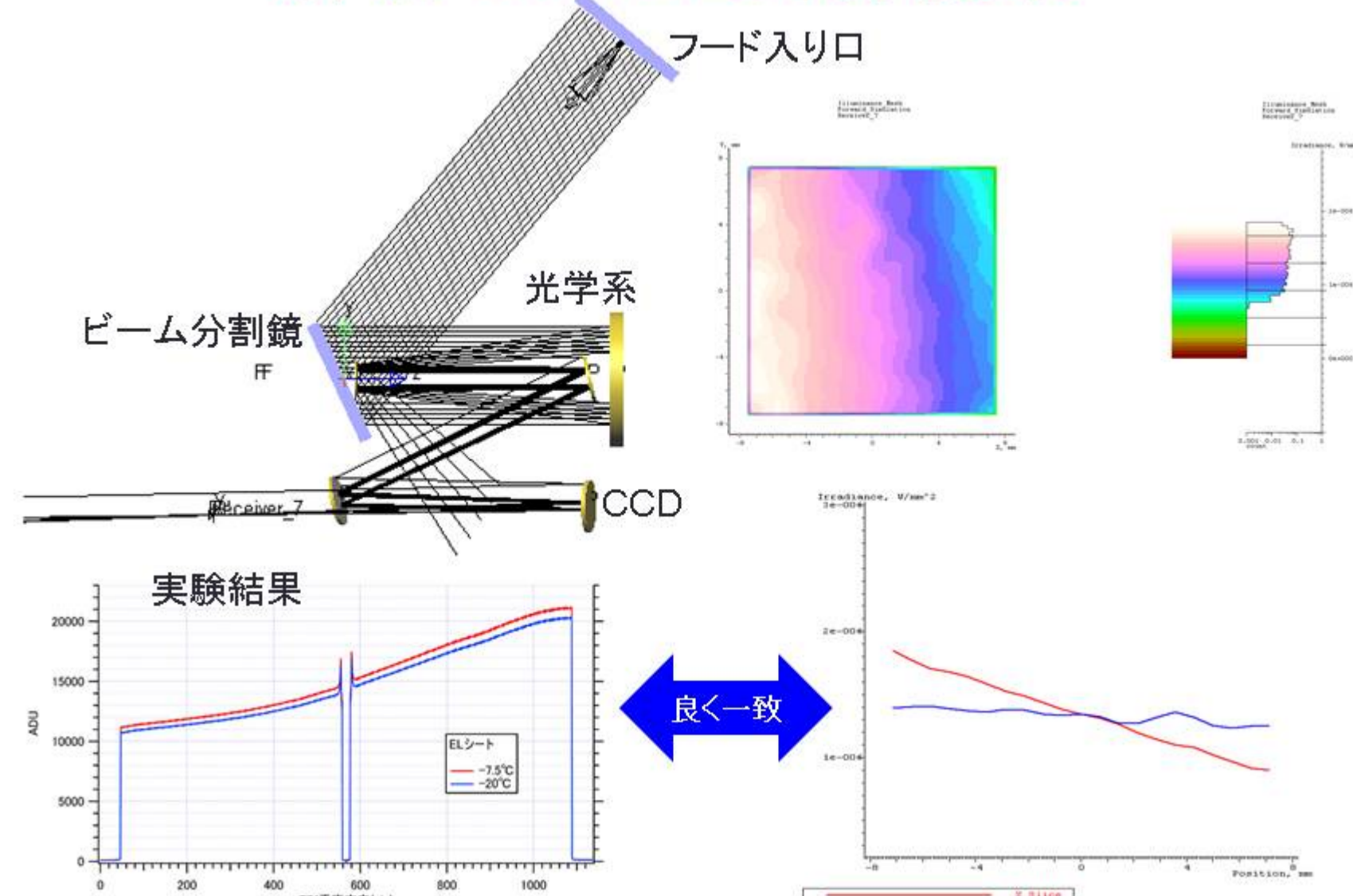
折り曲げミラーのレイアウトを変更し、対称っぽい光路に変更



### Nano JASMINEでの解析例

- Nano JASMINEの迷光解析はLightToolsでは行っていない(鹿島が参加する前なので...)
- フライトモデル(FM)が既に出来上がっているが、諸般の事情で打上が延期になっている
- CCDの一様性をチェックするため、開口部から光を入れて撮像したところ、**明らかな強度勾配**が見られた
- これが光の入れ方によるものなのか、CCDの特性がおかしくなっているのかを見極めるため、実験をモデリングして解析してみた
- 結果、光の入れ方が原因であることがわかった

### 解析モデルと計算結果



### まとめ

- 通常の光学ソフトではなかなかシミュレーション困難な、**散乱を含む解析に非常に有用なツール**である
- CodeVはかなり専門的で、使いこなしが難しいソフトであるが、**LightToolsは直感的で、使いこなしやすいソフト**である
- モンテカルロなので、多数の光線を飛ばさないと精度の良い結果が出ず、**計算に時間がかかるのが玉に瑕**であるが、結果は非常にreasonableで有効である
- 望遠鏡の開発に携わっているものには、是非使って欲しいソフトである
- 正規に買えば600万円だが、**アカデミック版なら10万円/年**で使えるので、皆さん是非とも導入して下さい