# SOIピクセル検出器を用いた X線計測システムの開発

新井康夫(高エネルギー加速器研究機構)、三好敏喜(高エネルギー加速器研究機構)、

他SOIPIXグループ

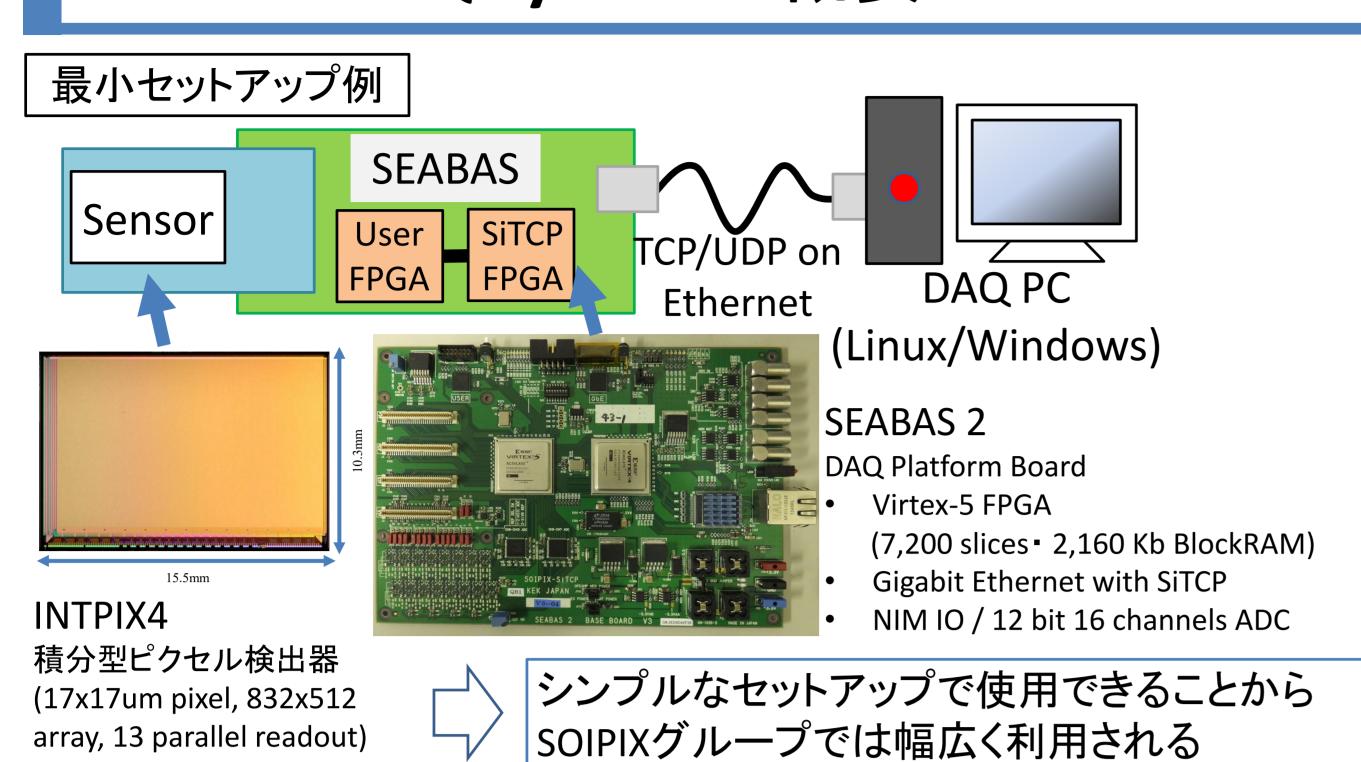
西村龍太郎(総合研究大学院大学)





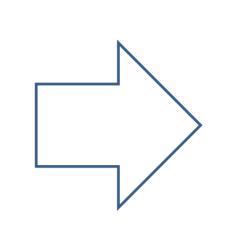


## SEABAS DAQ Systemの概要



### 現状の課題

- 検出器の読出し速度の上限値に対してDAQシステムの性能が不十分
- 基本的に検出器そのものの評価用であり実際の撮像用システムとしての 利便性に乏しい
  - ▶ ほとんど自動化がされていない
  - ➤ 外部機器との連携が不十分
- 検出器のピクセル数増大への対応に限界

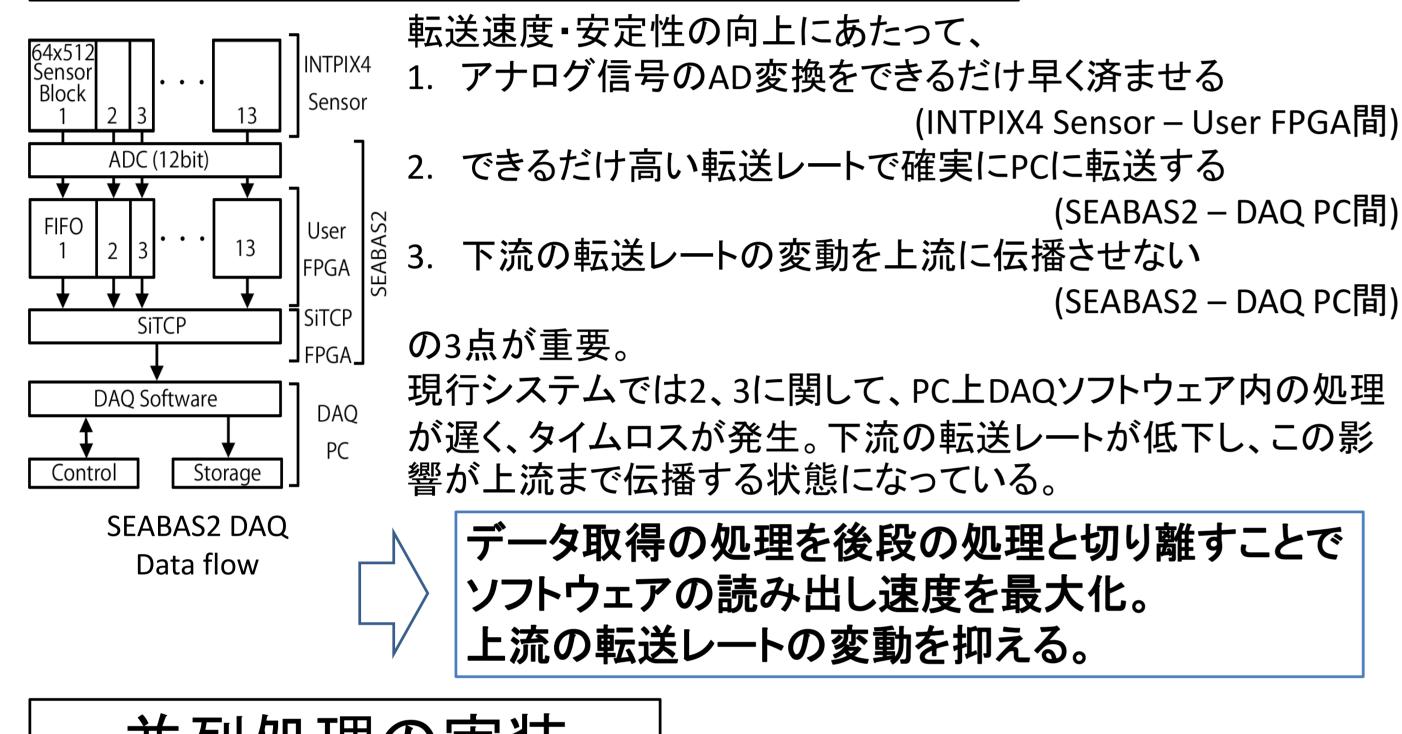


- 転送フローの見直しによる読出し速度と速度の 安定性向上
- DAQフレームワークの構築による自動化、省力 化、外部機器との連携の実現
- 新型プラットフォーム基板の採用による更なる 速度向上・高機能化への余力を確保

※本ポスターでは新型プラットフォーム基板に関してはスペースの都合上省略。

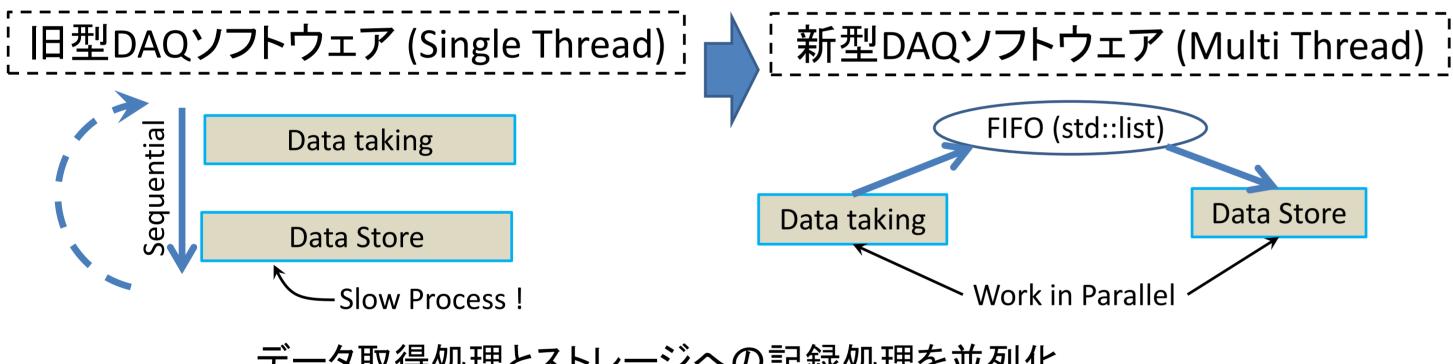
### DAQシステムの速度向上

#### 旧型システムにおけるボトルネック



(INTPIX4 Sensor – User FPGA間)

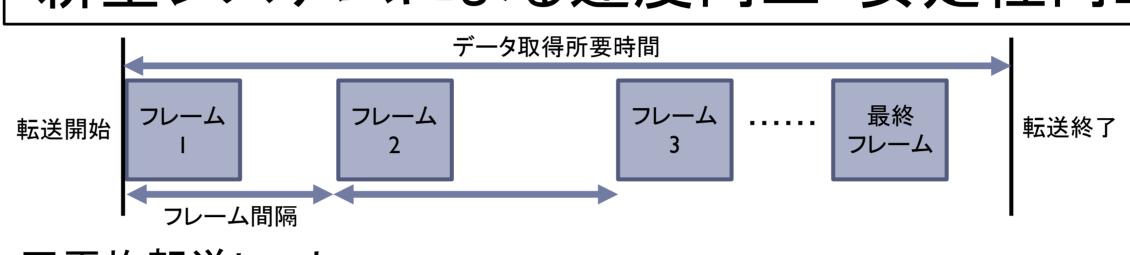
#### 並列処理の実装



データ取得処理とストレージへの記録処理を並列化。 各処理はマルチスレッド(WIN32API/Pthreadベース)で動作。 データの受け渡しはstd::listベースのFIFOを介して行う。

データ取得処理が後段処理の終了を待つ 必要はなくなり、読み出し速度が向上する

### 新型システムによる速度向上・安定性向上



試験時撮像条件: 露光時間: Ius / frame、 ScanTime: 320ns/pix, ResetTime: 5us / frame, 取得フレーム数:2500枚(連続)

口平均転送レート

	旧型DAQ SW	新型DAQ SW
データ取得所要時間 (データ取得開始からPC 上へのデータ収容完了まで)	96.990 sec	26.777 sec
平均フレームレート (取得フレーム数/データ取得所要時間)	25.78 fps	92.74 fps
平均転送レート	175.7 Mbps	632.1 Mbps
転送効率 (計算上の転送レート(649.6 Mbps) に対する割合)	27.0 %	97.3 %

#### ロフレーム間隔

外部機器・ソフトウェアの自動

\* Telnet/Serial

connection can be used.

Ion

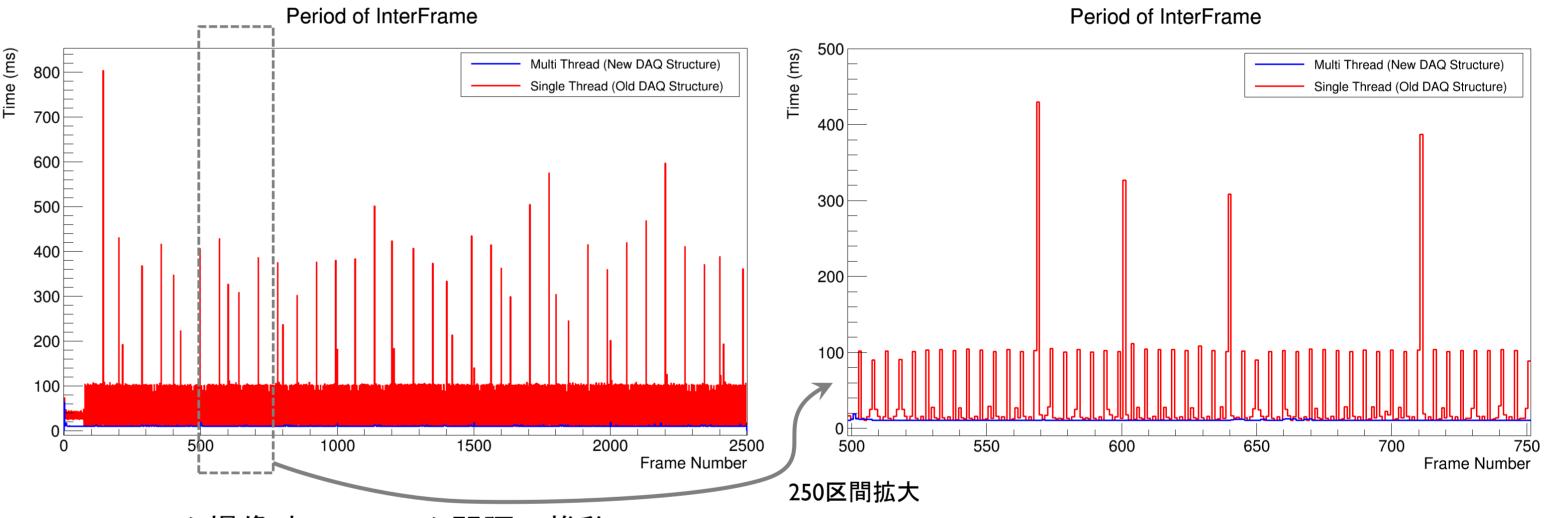
Chamber

制御例

Peripheral

Scaler

現在のフレームの撮像開始からから次のフレームの撮像開始までの間隔



2500フレーム撮像時のフレーム間隔の推移 (横軸:フレーム数、縦軸:前フレームからのフレーム間隔)

サンプル:

# 省力化·大規模化に向けたDAQフレームワークの構築

External Software

Control by shell

command

SOI Detector

DAQ Software

DAQ Software

### 外部機器・ソフトウェアの自動制御

#### 省力化のニーズ

- 人力による単純な繰り返しの連続を避けたい

バッチ処理機能の追加 (指定回数の繰り返し処理を可能に) 事前・事後の処理のため既存のプロ グラムとの基本的な連携機能を追加

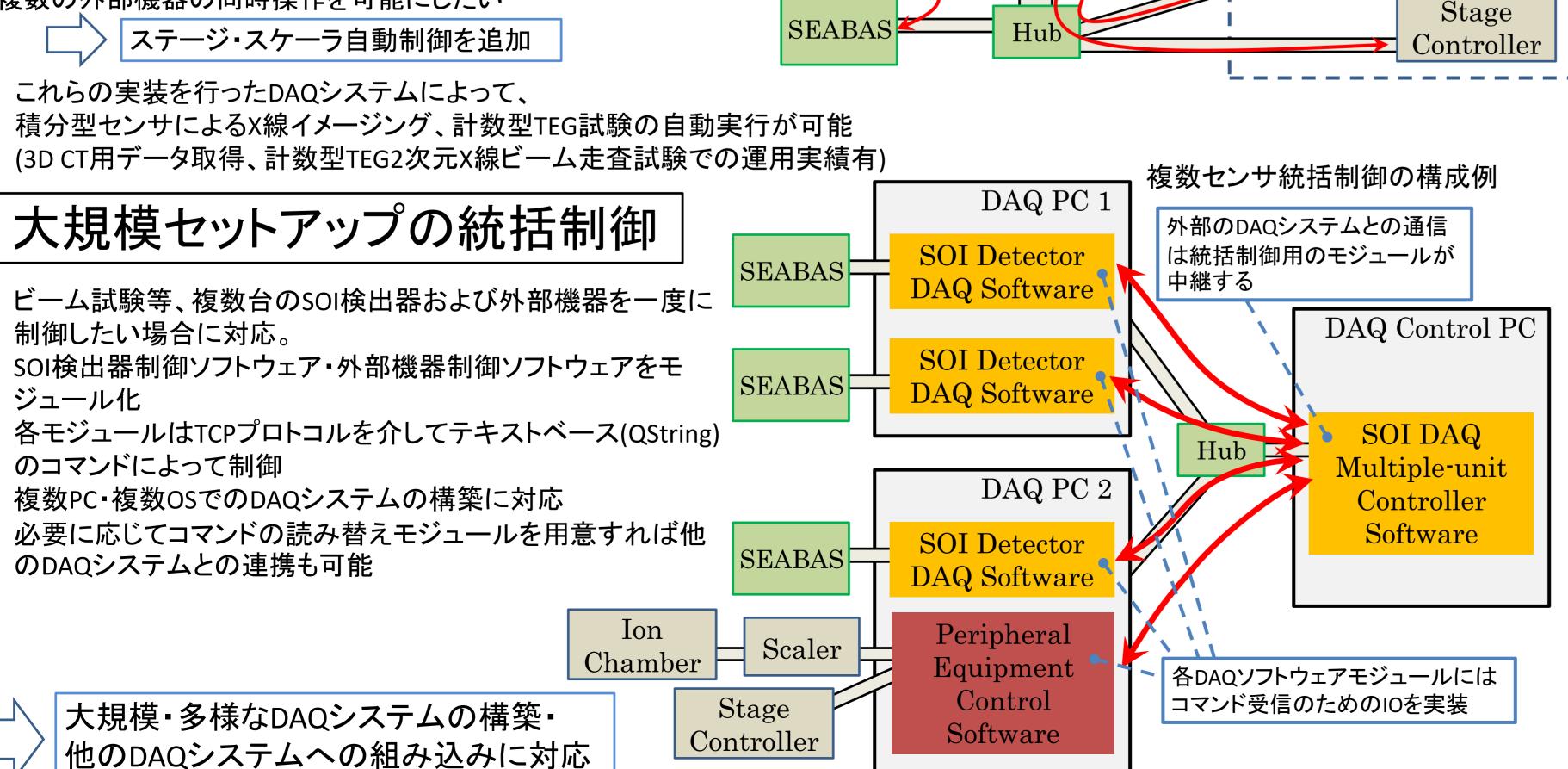
•複数の外部機器の同時操作を可能にしたい ステージ・スケーラ自動制御を追加

これらの実装を行ったDAQシステムによって、

積分型センサによるX線イメージング、計数型TEG試験の自動実行が可能 (3D CT用データ取得、計数型TEG2次元X線ビーム走査試験での運用実績有)

# 大規模セットアップの統括制御

- ビーム試験等、複数台のSOI検出器および外部機器を一度に 制御したい場合に対応。
- ジュール化 • 各モジュールはTCPプロトコルを介してテキストベース(QString)
- のコマンドによって制御 • 複数PC・複数OSでのDAQシステムの構築に対応
- 必要に応じてコマンドの読み替えモジュールを用意すれば他 のDAQシステムとの連携も可能



DAQ PC

Peripheral

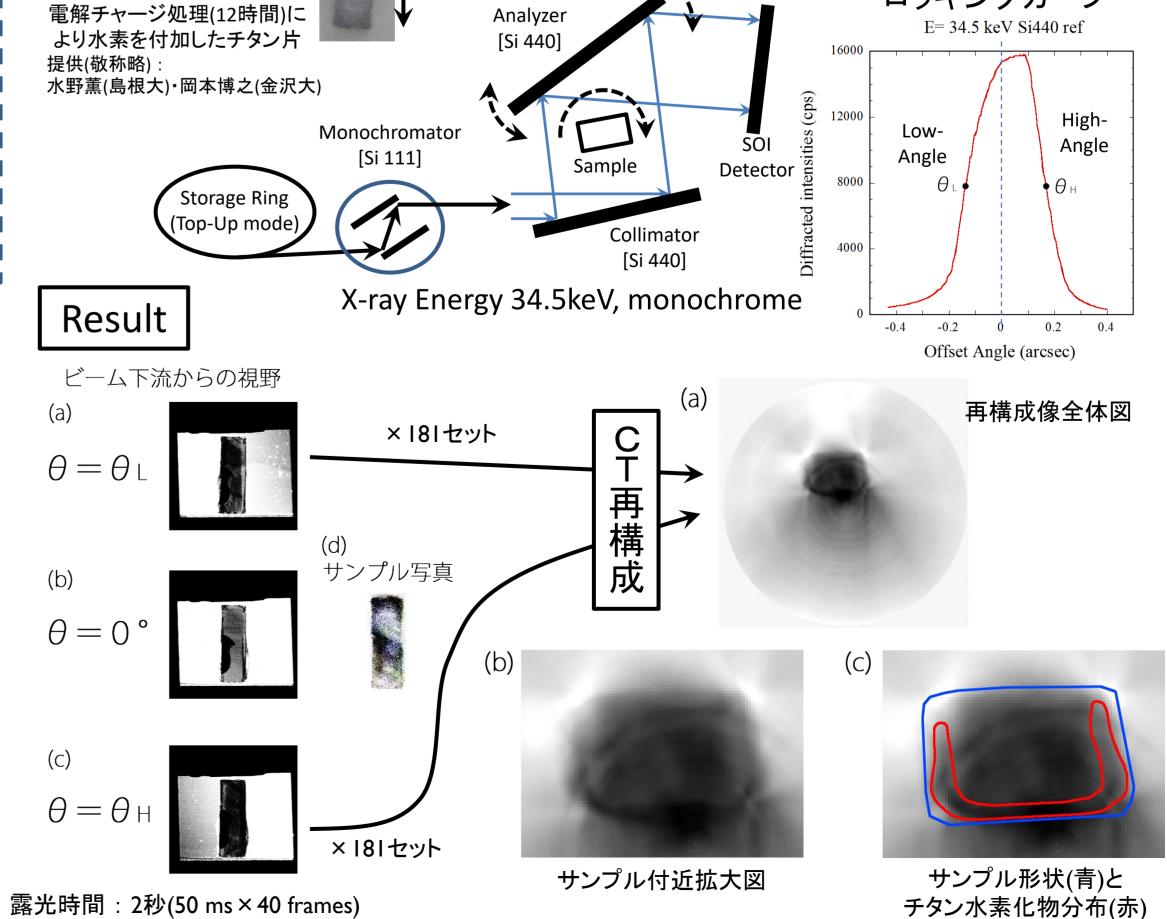
Control Software

# 新型DAQシステムによる測定

X線位相差コントラスト法(DEI法)による チタン水素化物のCTイメージング

(by INTPIX4, 17um pixel, 832 × 512, at PF BL-14B, 2017/11/29-30) Setup Analyzer

ロッキングカーブ



各アナライザ結晶角度での取得データ数: 本システムによる世界初のデータ 181(サンプル回転角度0-180°)+1(ビームプロファイル Iアングル分総所要時間:約36-37分

チタン水素化物の分布の三次元的な可視化が実現。 水素の拡散係数のより正確な評価が可能になり、

水素吸蔵機構のいっそう精密な理解に役立つことが期待される。