

Fourier transform spectroscopy
with a laser frequency comb
「レーザー周波数コムを用いた
フーリエ変換分光計」

Julien Mandon, Guy Guelachvili
and Nathalie Picqué

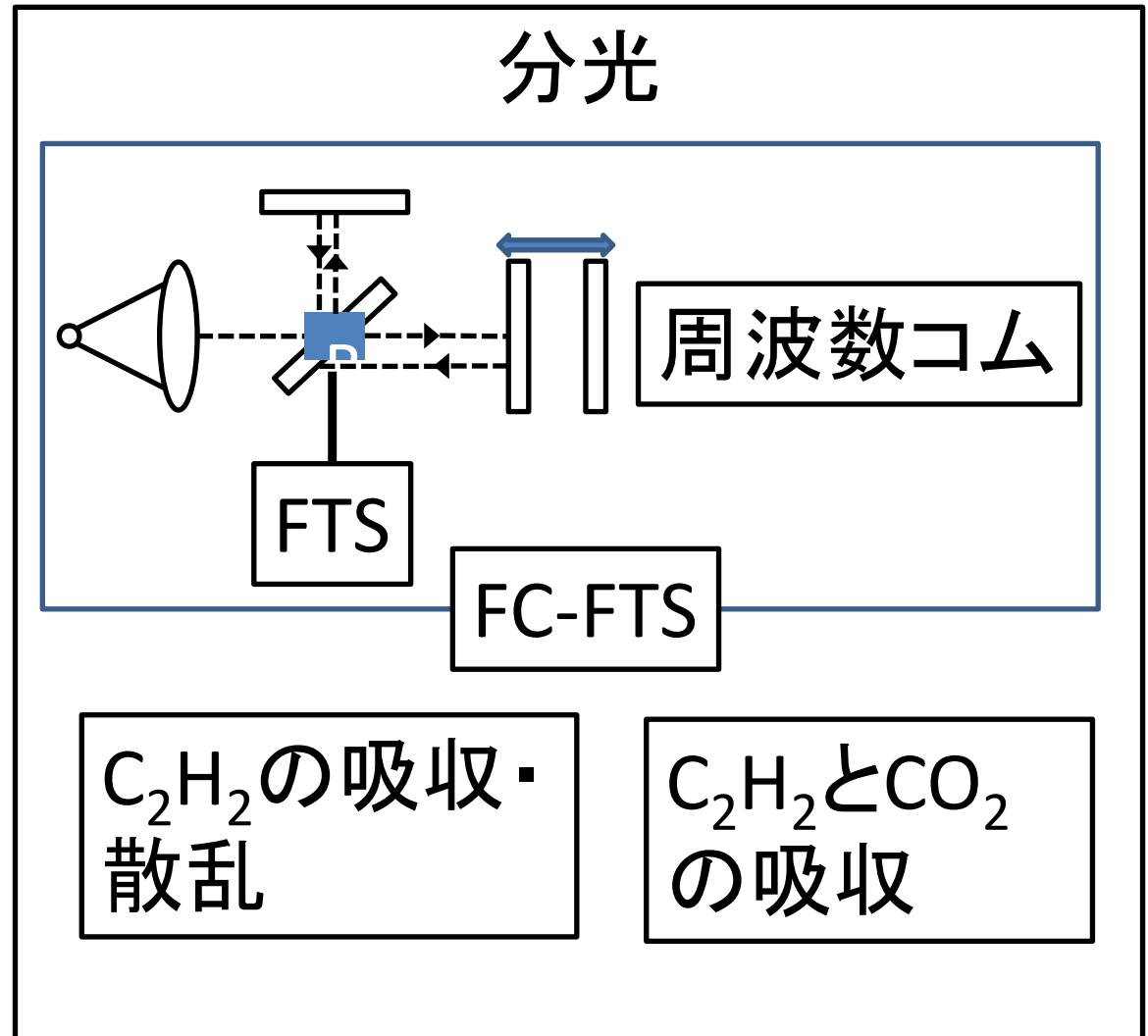
Nature Photonics **3**, 99-102(2009)

2013/6/19

B4 小倉 隆志

目次

- 研究背景
- 従来技術1
- 従来技術2
- 研究目的
- 実験装置
- 実験結果1
- 実験結果2
- まとめ



研究背景

- 分光とは

「スペクトル」を使用して物性を測定あるいは物質を同定・定量すること

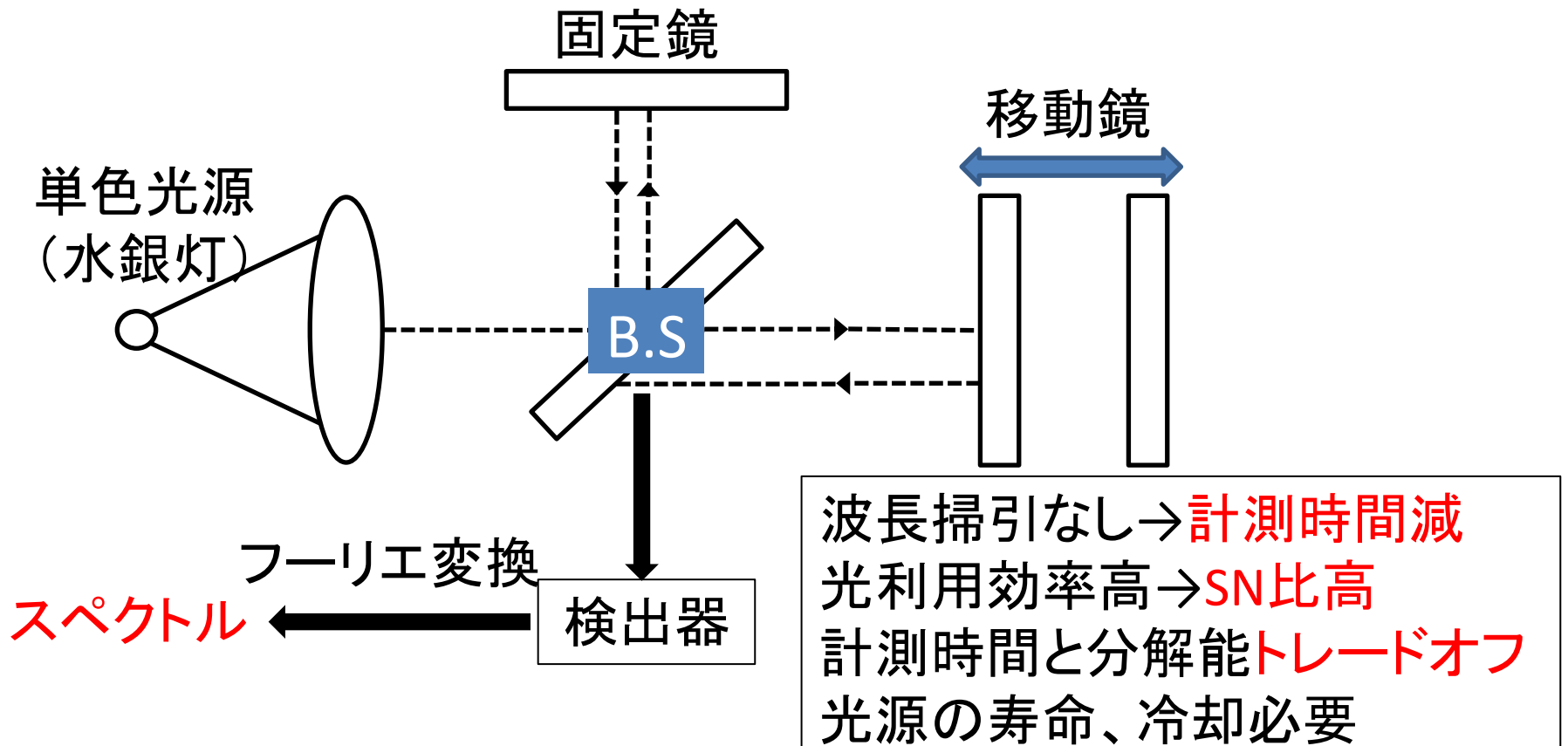
例 固体、液体、気体の状態特性解析
産業用プロセス制御



分解能向上、計測時間短縮、SN比の向上

従来技術1

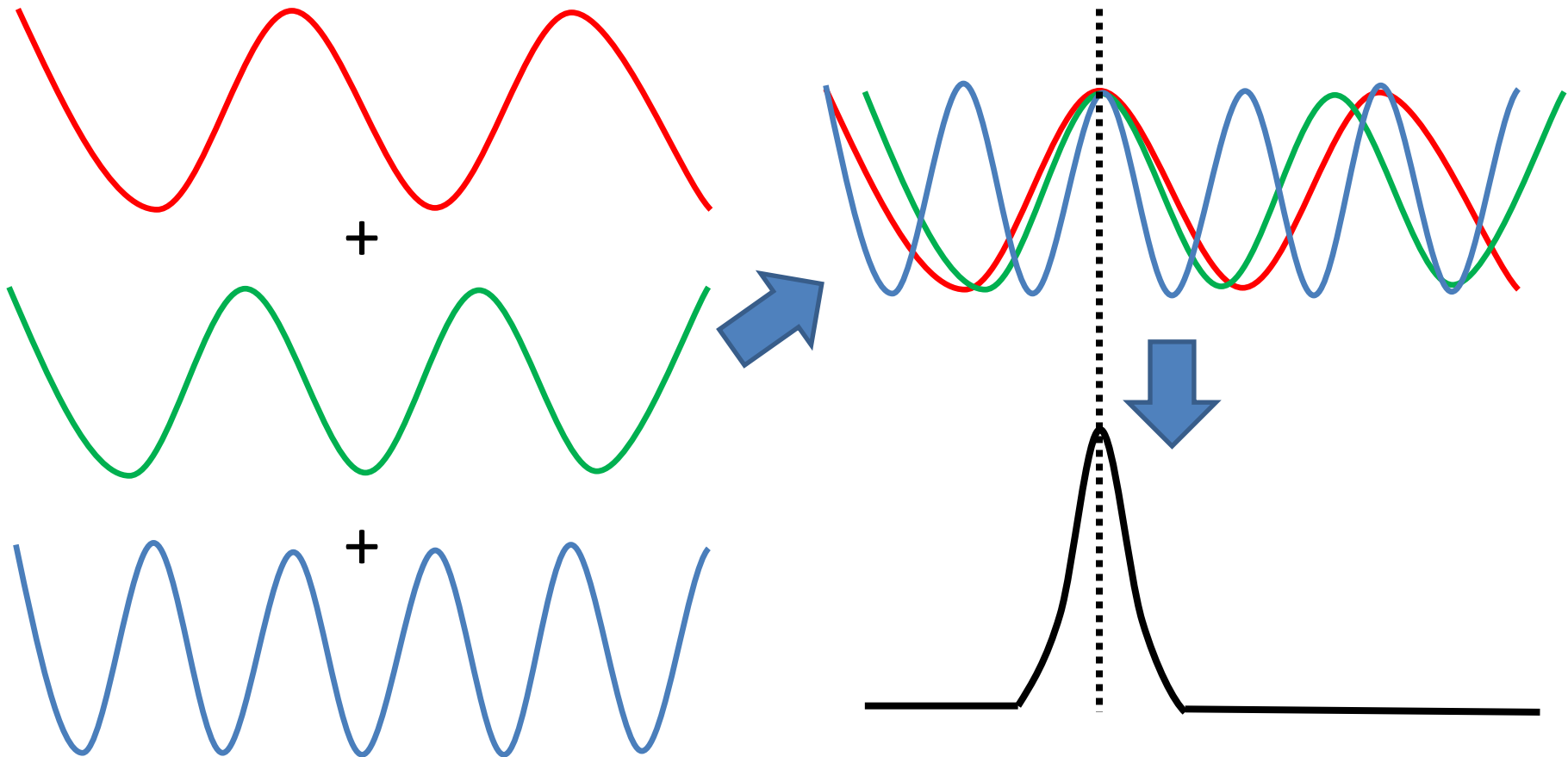
FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)
→光の干渉とフーリエ変換を利用した分光



従来技術2

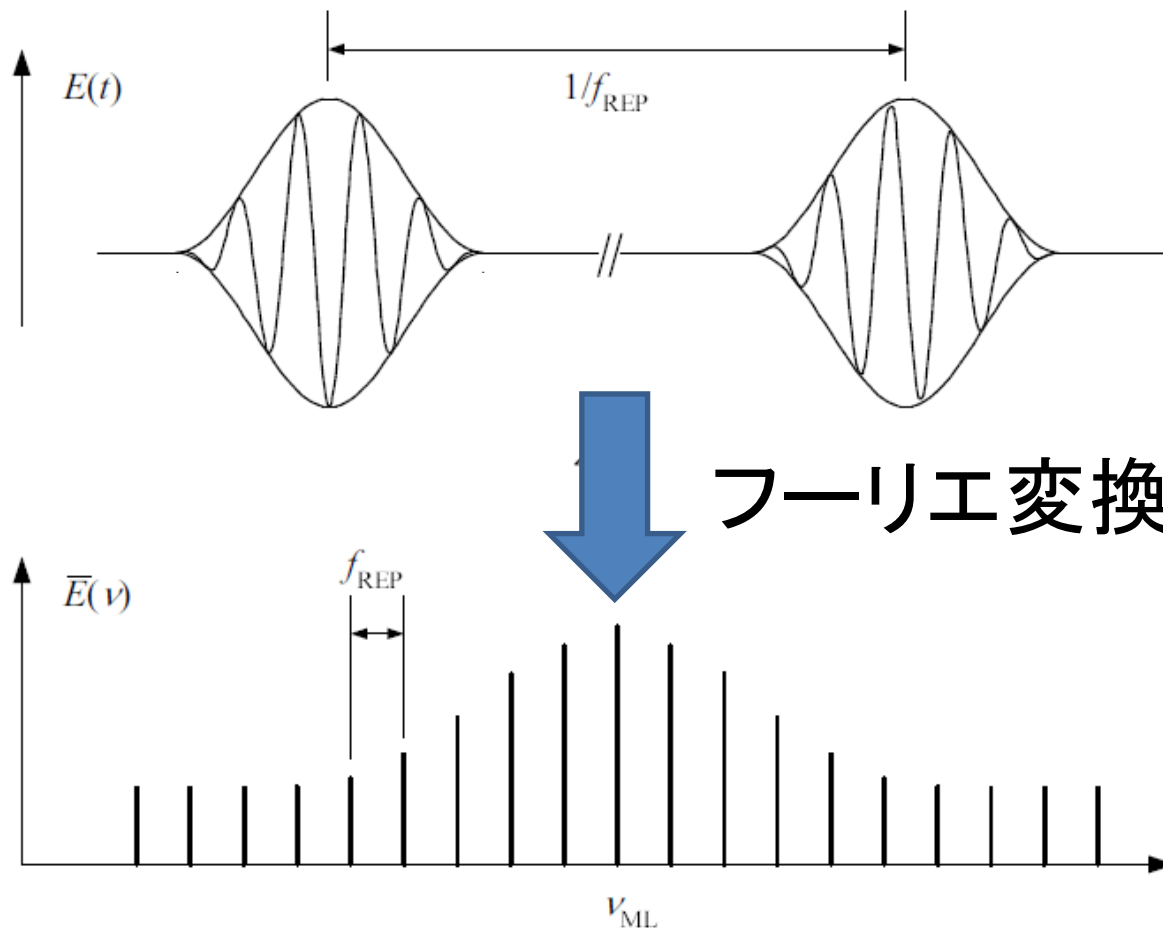
モード同期パルスレーザー

→波長の異なる波を位相を揃えて重ねる



従来技術2

光コム



研究目的

- ・ FT-IRの光源問題を解決したい
- ・ 分解能向上、計測時間短縮、SN比の向上



光コムを光源に使用する

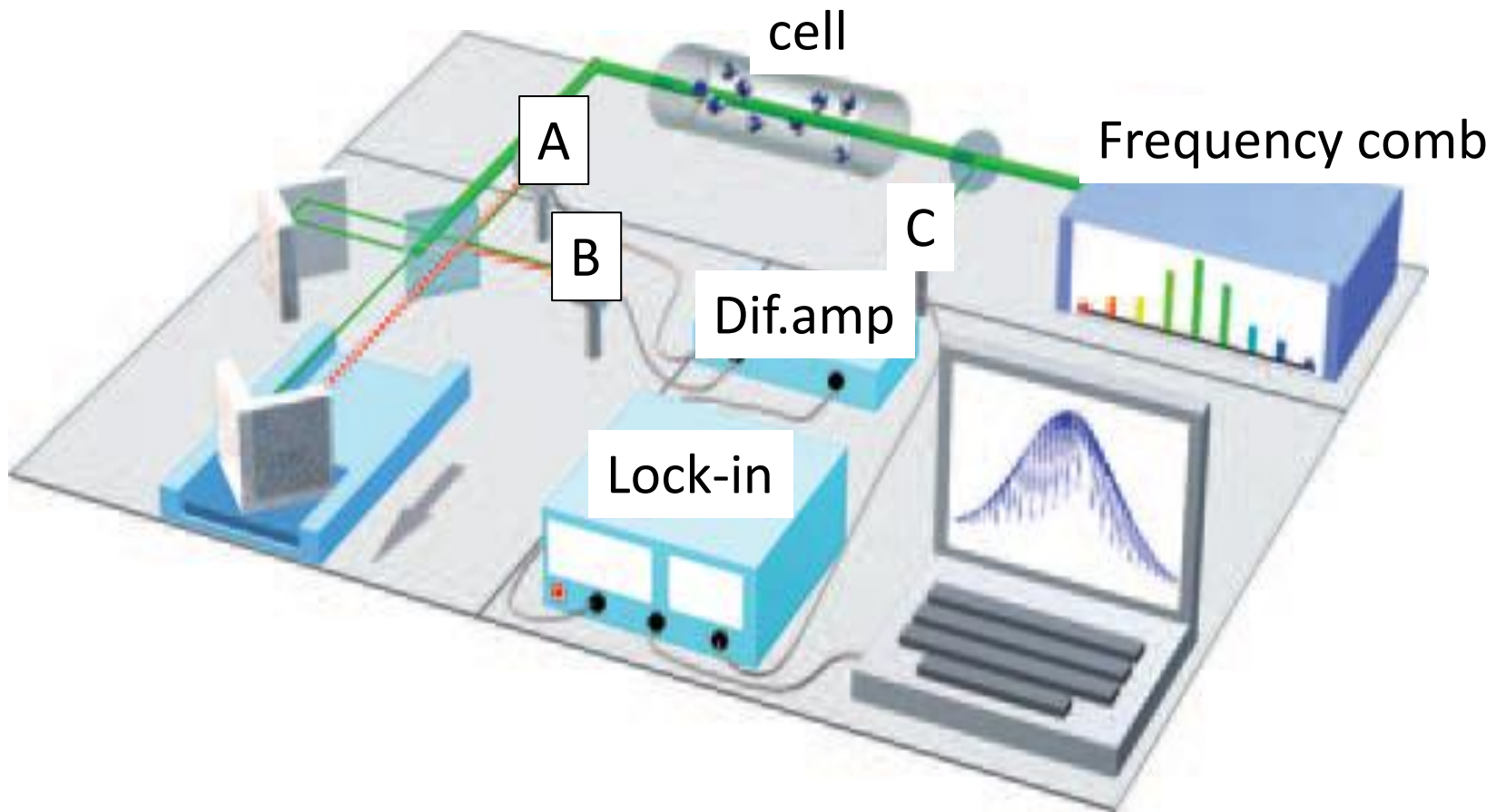


アセチレンの吸収分光に成功
~~しかし、可動鏡によるドップラー効果~~
~~周波数シフトは取り除けない~~



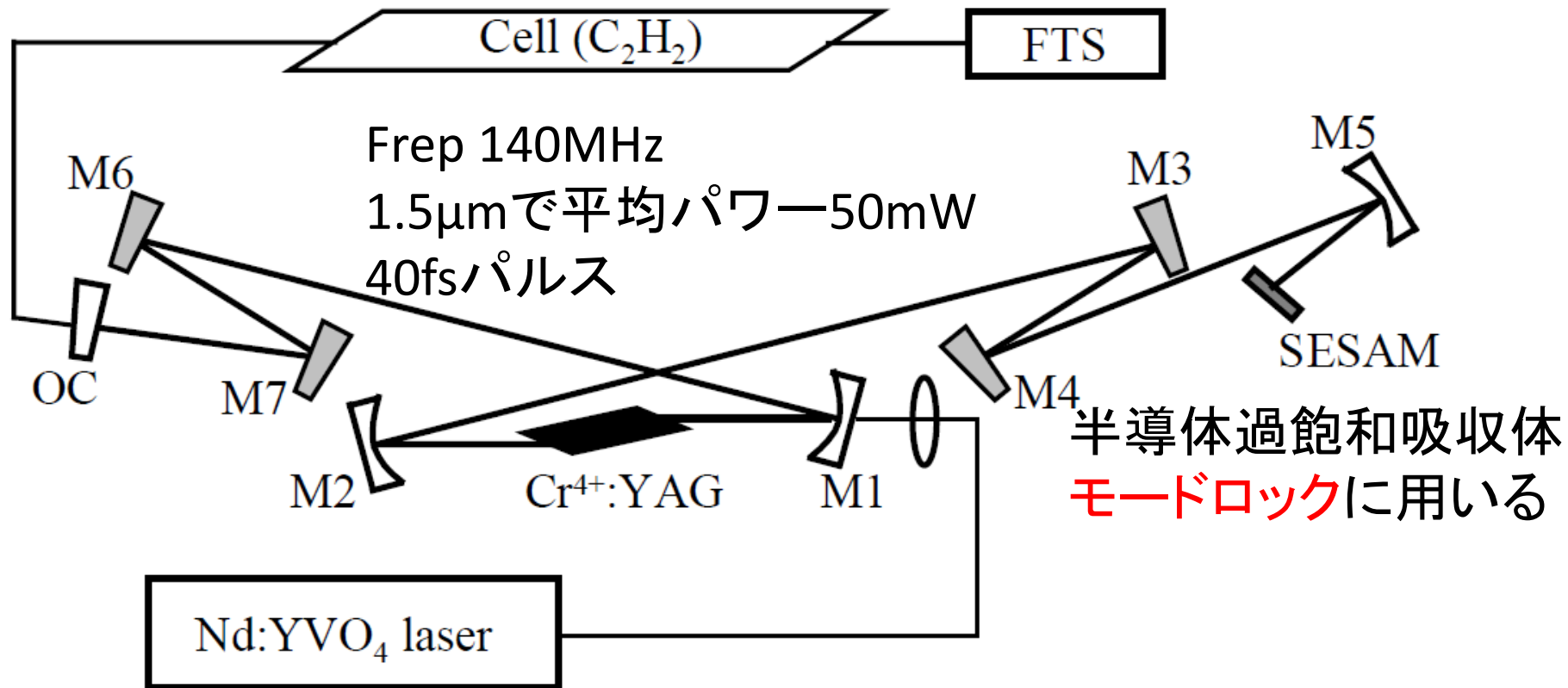
インターフェログラムのノイズ 減らしSN比向上
メカトロニクス¹/_fノイズ

実験装置



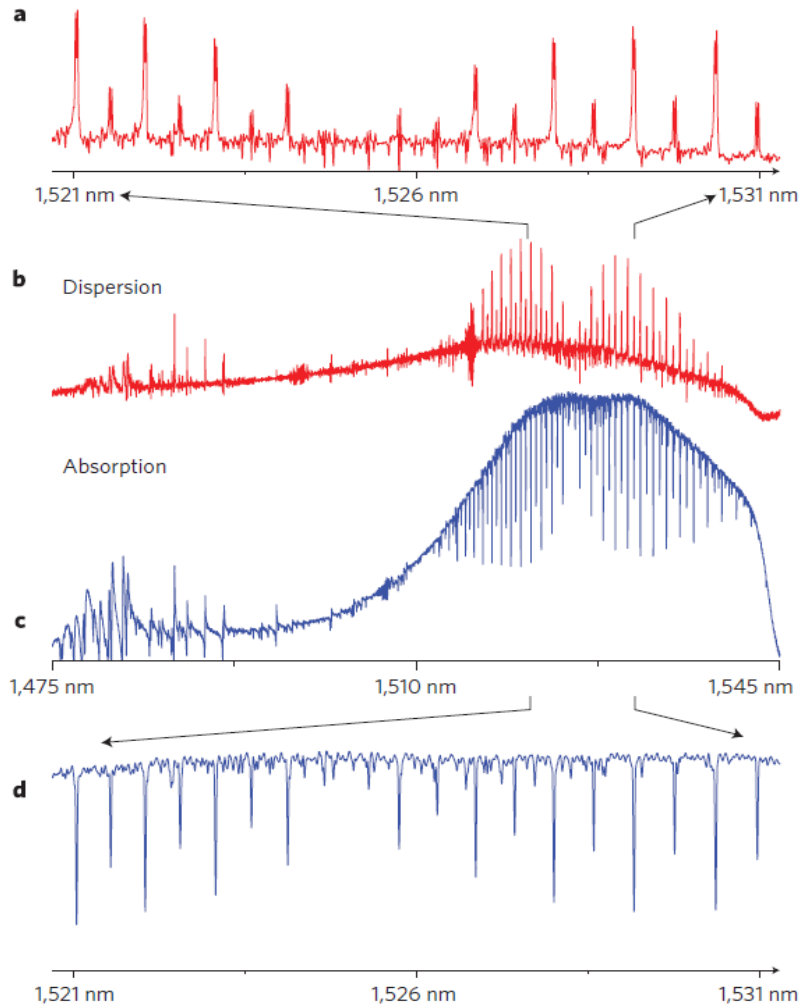
FC-FTS

Frequency comb



ネオジウムドープ
イットリウムオロドバナジウム酸
発振波長 1064nm

実験結果1



C₂H₂の吸収・分散
12hPa,天然同位体存在比

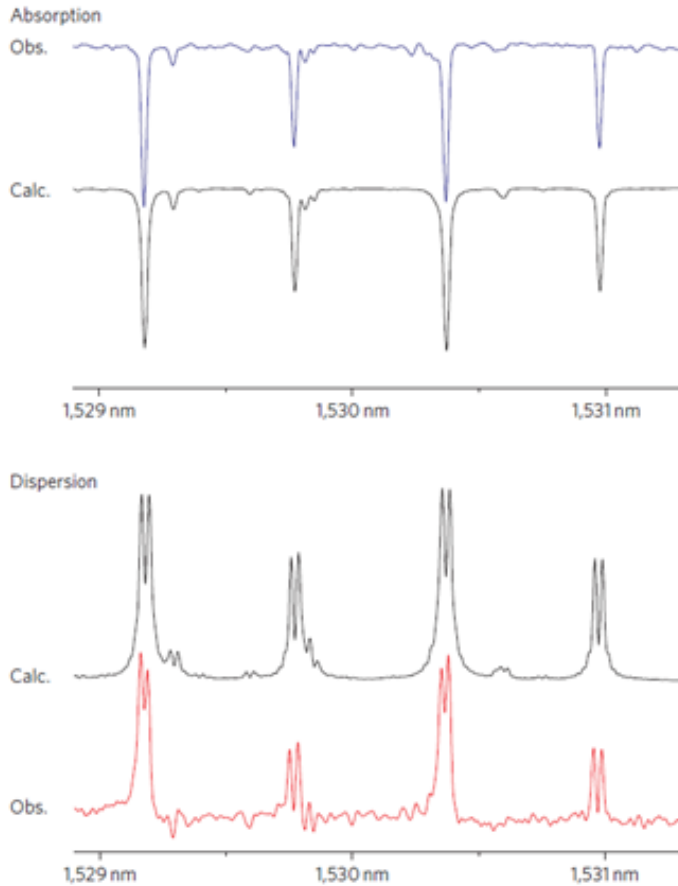
SNR 500

7200のスペクトル要素
の記録時間 280s



幅広い帯域で、感度良
く、短時間に取得

実験結果1



実験結果とシミュレーションの比較
よく一致している

また、1秒間平均での
ノイズ等価吸収係数をNEAと定義
 $NEA = 5 \times 10^{-6} \text{ cm}^{-1} \text{ Hz}^{-1/2}$
→タングステンランプ光源より
6倍よくなる

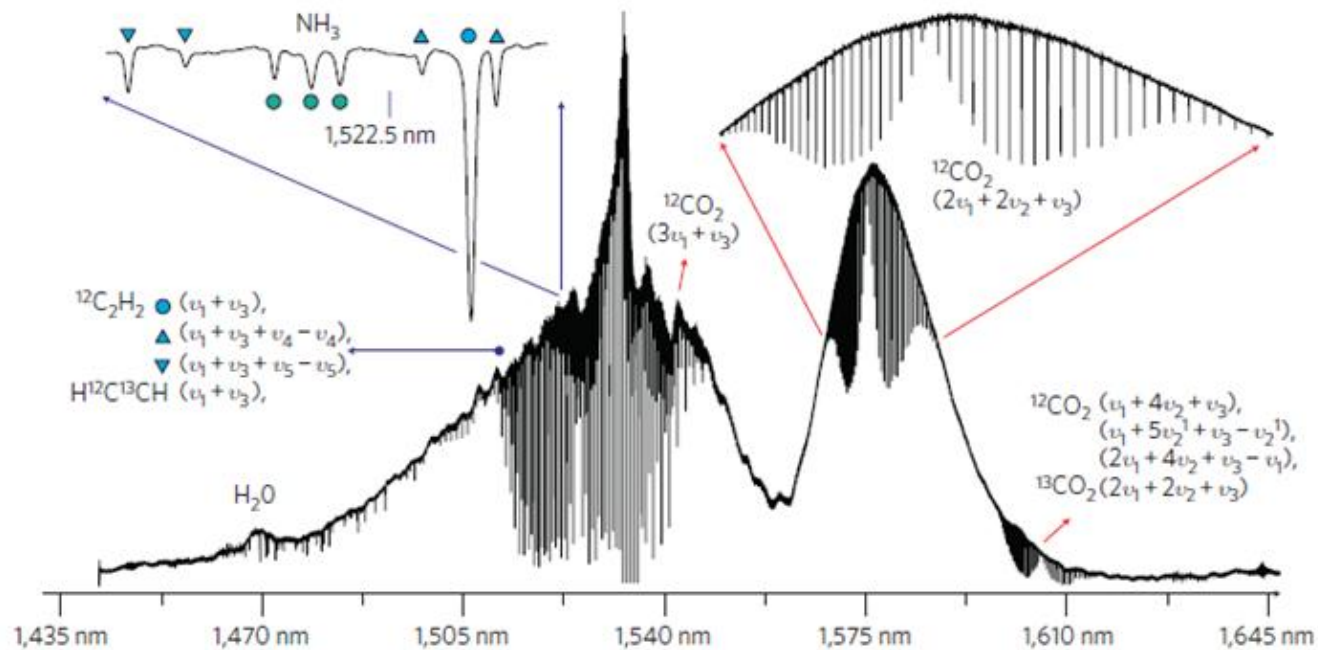
参考文献との吸収線の比較
標準偏差29MHzとよく一致している

実験結果2

C_2H_2 (8hPa) と CO_2 (0.17hPa) の吸収分光

実験1のセットアップから、検出器Cおよびロックインアンプなし
白色電球での実験よりSNRが13倍良くなった。

白色電球で同一の結果を得るために、測定時間は169倍必要
標準偏差3.3MHz



まとめ

- FC(周波数コム)とFTS(フーリエ変換分光計)を組み合わせ、新たなFC-FTSを提案
- メリット
吸収と分散スペクトルを一度に測定可能
コムスペクトルの揺らぎのみ影響する
frepで検出した結果、 $1/f$ ノイズを4桁減少
デュアルコム分光法で必要な、高機能のフェイズロッキング電子機器を必要としない