

学生実験II
マイクロ波分光

山本 智
坂井南美

分光学

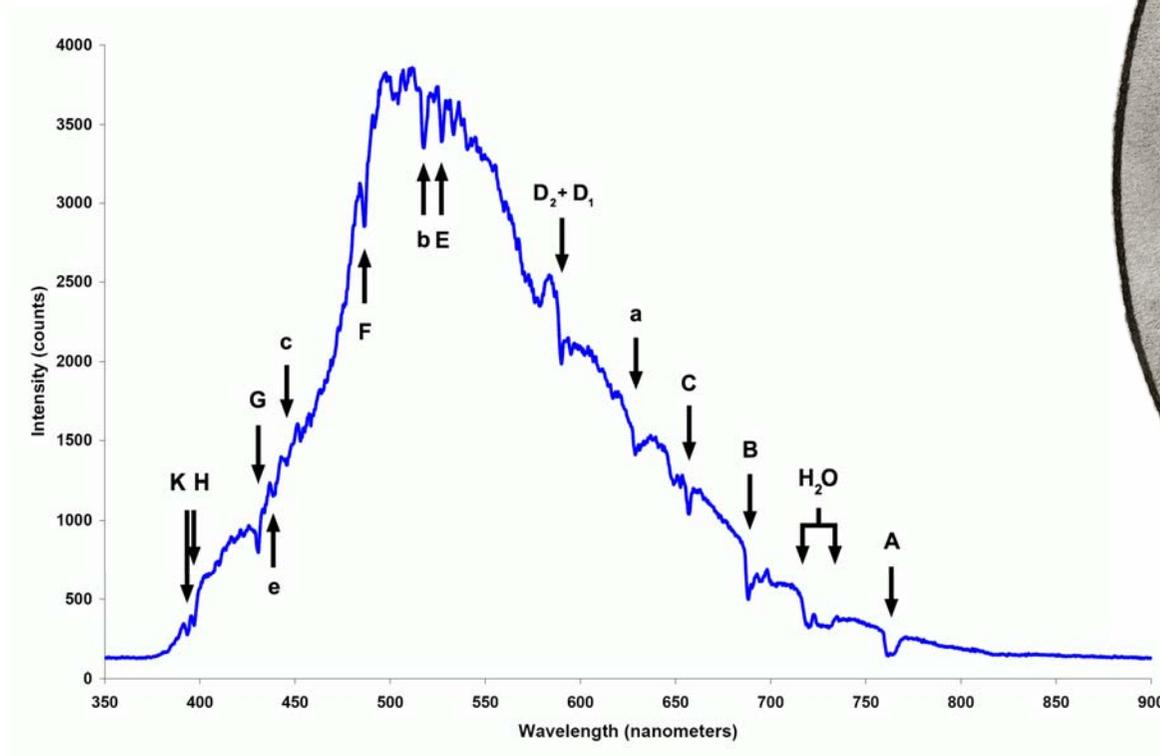
Spectroscopy

- 1814年 J. Fraunhofer
太陽スペクトル中に暗線を発見
- 1860年 R. W. Bunsen, G. Kirchhoff
Fraunhofer 線の同定
- 1884年 J. J. Balmer
Balmer系列の発見

量子論の成立
原子構造、分子構造の理解

Joseph von Fraunhofer (1787-1826)

Discovery of Fraunhofer Lines
(after William Hyde Wollaston)
Invention of Diffraction Grating
First Stellar Spectroscopy



物質と電磁波の相互作用の代表例

ガンマ線

X線

可視光、紫外光

赤外線

マイクロ波
電波

原子核

内殻電子

価電子

分子振動

分子回転

電子スピン

核スピン

メスバウア効果

分光測光

マイクロ波スペクトル

磁気共鳴

マイクロ波分光

- 分子の回転スペクトル

慣性モーメントの精密測定

→ 分子構造

量子エレクトロニクス基礎

→ アンモニアレーザーの発見

レーザーへの扉を開く

星間分子への応用

→ 星・惑星系形成の探求

分子の回転スペクトル

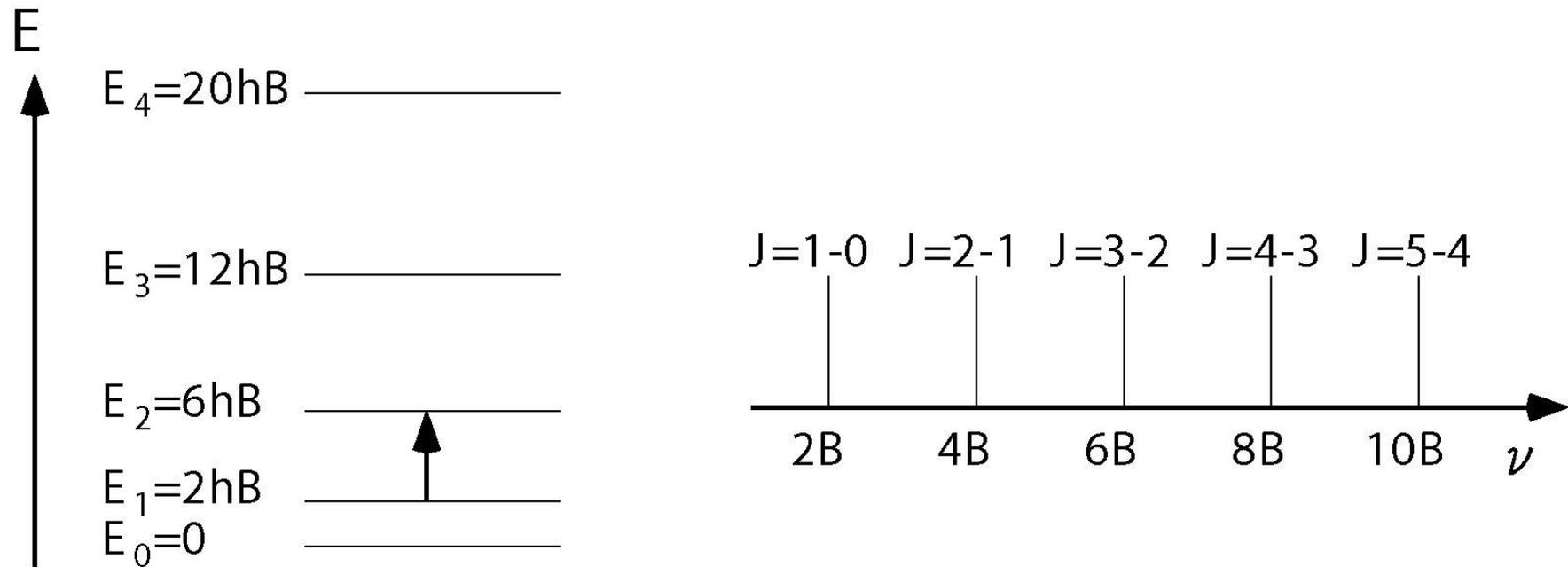
$$H = P^2 / 2I$$

$$E_J = hBJ(J+1)$$

P 全角運動量演算子

$$B = h / 8\pi^2 I$$

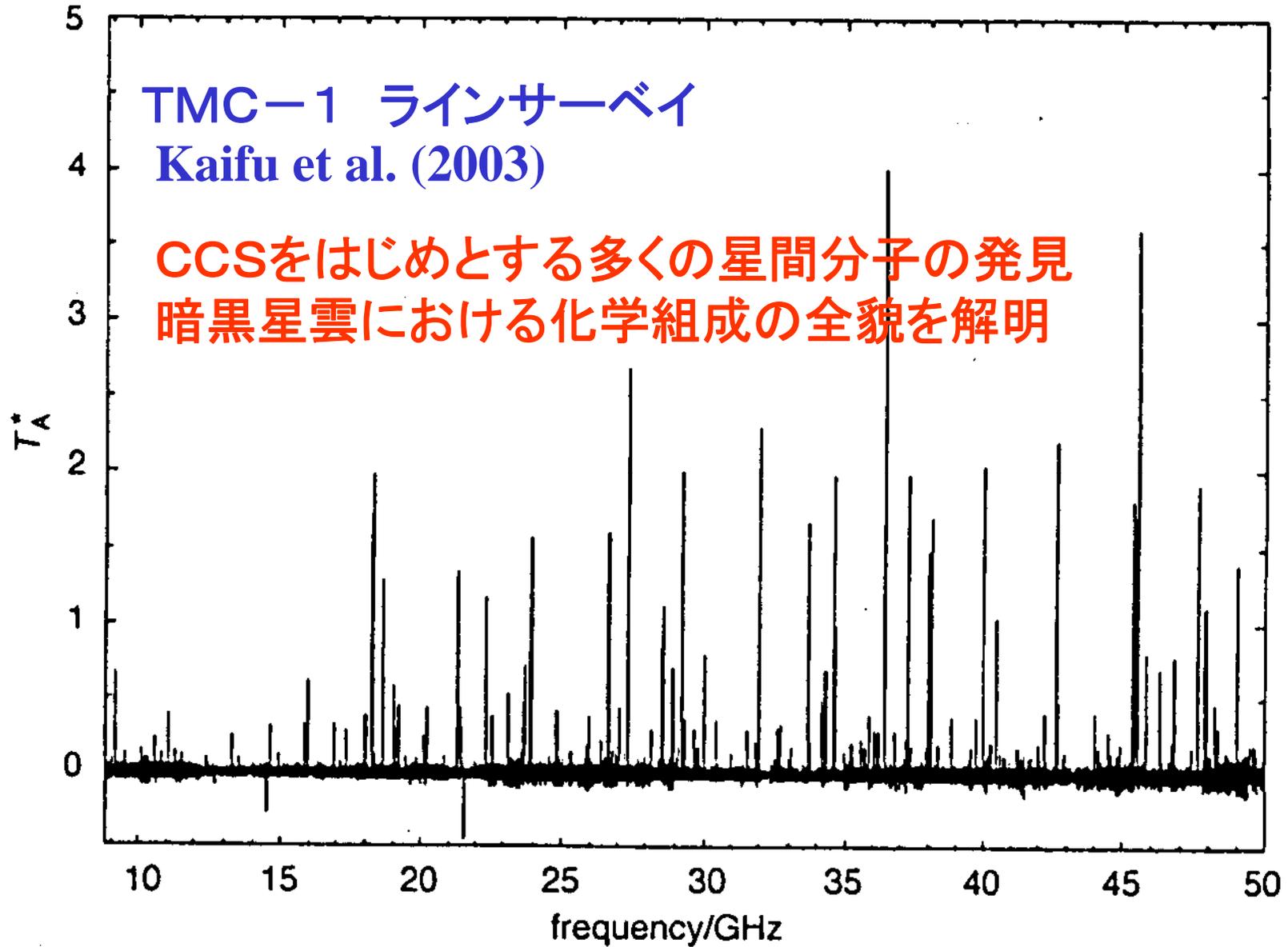
回転定数

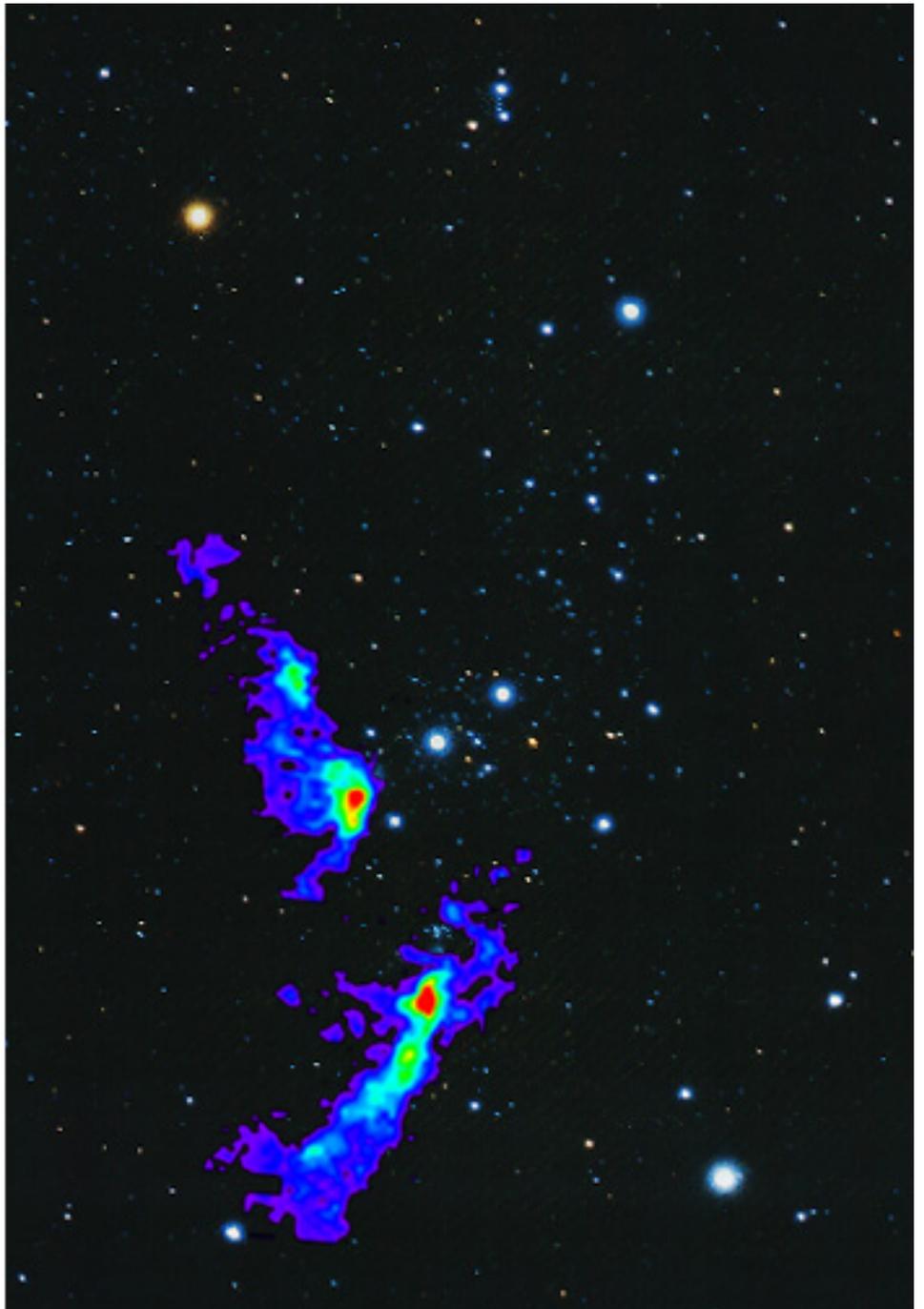




TMC-1 ラインサーベイ
Kaifu et al. (2003)

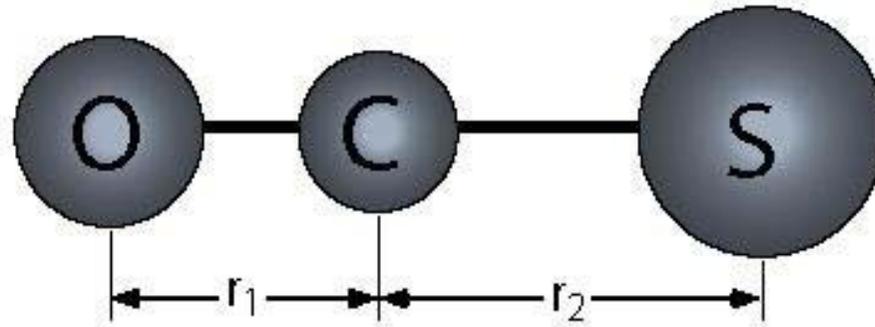
CCSをはじめとする多くの星間分子の発見
暗黒星雲における化学組成の全貌を解明





実験の概要

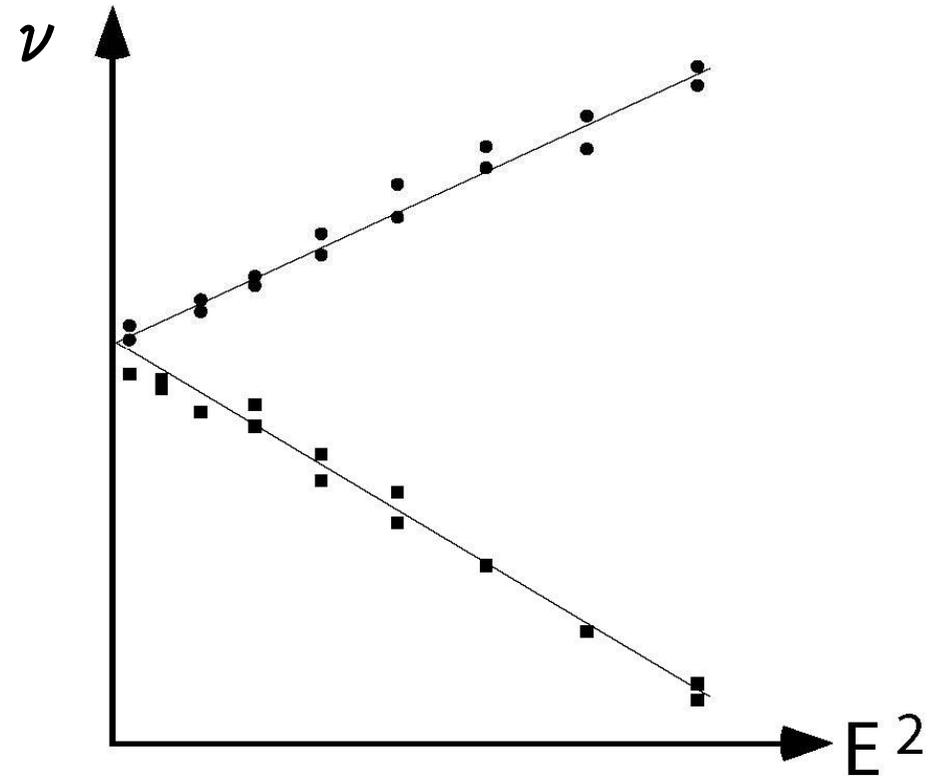
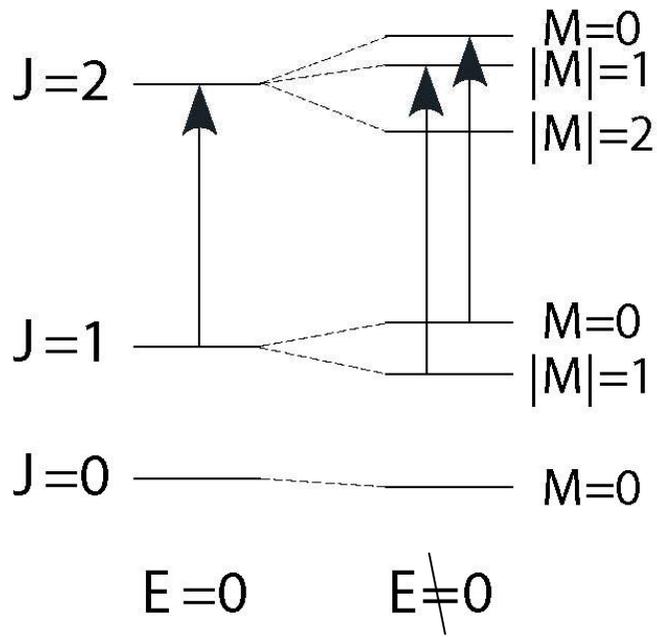
- 硫化カルボニル(OCS)分子の $J=2-1$ 回転スペクトル線の測定
- Stark効果の測定による電気双極子モーメントの決定
- 同位体分子のスペクトル線の測定による分子構造の決定



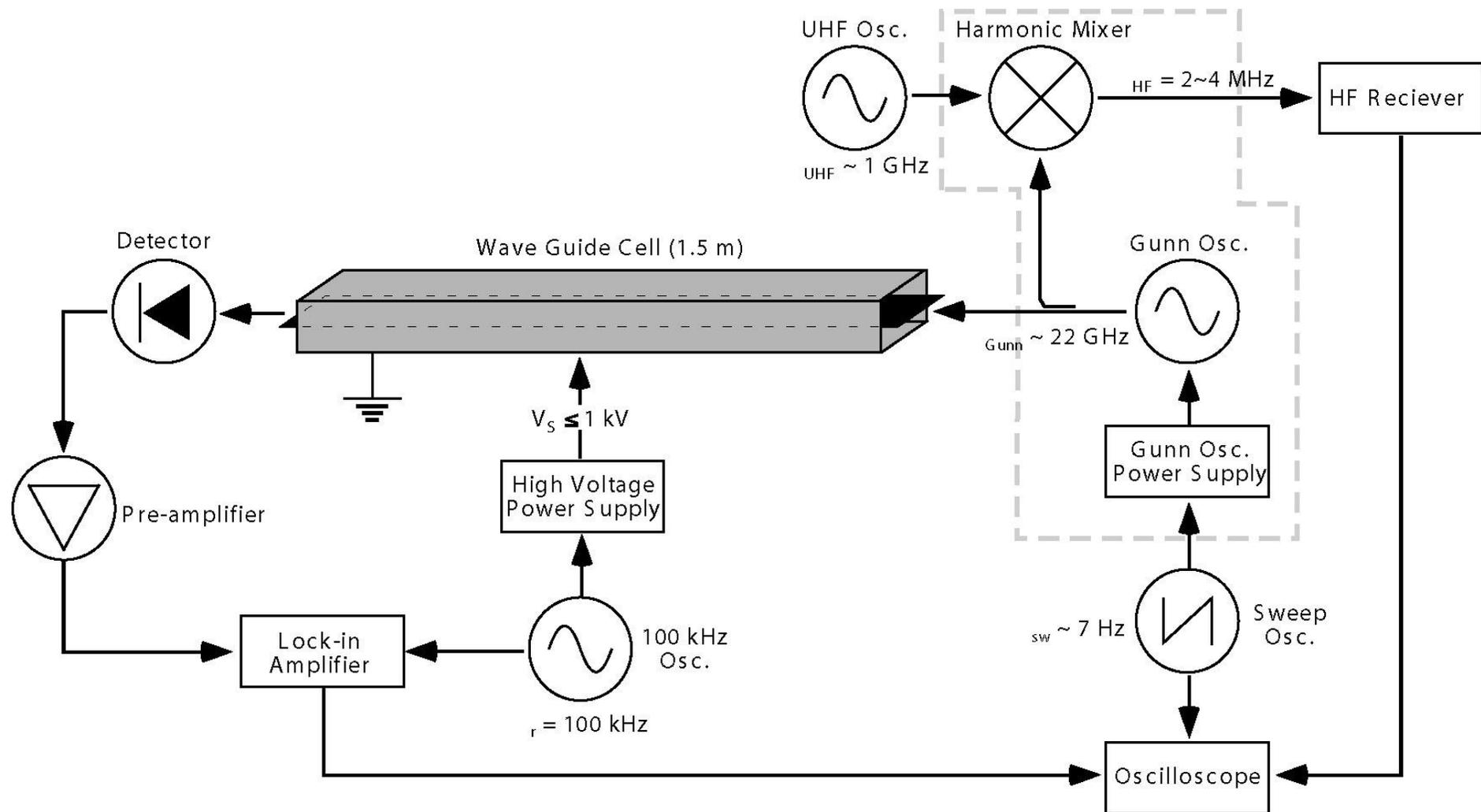
Stark 効果の測定

電場によるエネルギー準位の分裂

$H' = -\mu E \cos \Phi$ Φ : 電気双極子モーメントと電場の成す角度



測定装置のブロック図



身に付けてほしいこと

- 物理的内容

- 角運動量の概念に親しみ、量子力学の理解を
深める

- 分子の大きさを実感

- 二次摂動の実践的な理解

- 実験技術

- マイクロ波の立体回路の基礎

- 周波数の測定方法

- 位相検波の原理

実験にあたって

- テキストの課題をやっておくこと
 - ← テキストは山本研HPからダウンロード
- データを測定したら、すぐにグラフ用紙にプロットすること
 - ← 測定ミス在即座に発見できる
- データの解析にあたっては、誤差をしっかりと考察すること
 - ← 実験の基本