

将来の第2版に向けての変更のアイデア2

<<第5章>>

1) 演習問題1を以下の問題と入れ替える.

p57の式 $\text{Tr}\{\rho A\} = \text{Tr}\{A\rho\}$ を証明せよ.

2) 演習問題3を以下のように変更する.

状態 $|\phi\rangle = c_1|+1/2\rangle + c_2|-1/2\rangle$ における X 磁化と Y 磁化の期待値を求めよ.

3) 演習問題4と7を合体して以下の文章の2つの問題にする.

問A: 2スピン系と3スピン系での I_z の行列(2スピン系では 4×4 の行列, 3スピン系では 8×8) を直積を使った方で求めよ. さらに, どちらの場合でも非対角成分が0であることを確かめよ.

問B: 問4で求めた各々の行列要素 ($I_z(i, j)$) はどのような基底(例えば, 2スピン系の場合は, $|1\rangle = |1/2, 1/2\rangle, |2\rangle = |1/2, -1/2\rangle, |3\rangle = |-1/2, 1/2\rangle, |4\rangle = |-1/2, -1/2\rangle$ など) に対応するかを示せ.

4) 5.5節の演算子の観測の前に, 基底の直積展開という項を追加する.

基底の直積展開

上で多スピン系での演算子の行列表現を直積展開で求める方法を示したが, この行列の基底も直積展開で得ることが出来る. 例えば, 1スピンの場合のパウリ演算子の基底は演算子の1列目に対応する基底が $|+1/2\rangle$ で2列目は $|-1/2\rangle$ であり, 行列で書くと

$$|+1/2\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad |-1/2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

となる. 例として3スピン系を考えよう. 基底としては, $\pm 1/2$ の組み合わせで $|+++ \rangle, |-++ \rangle, |+-+ \rangle, |++- \rangle, |--+ \rangle, |-+- \rangle, |+-- \rangle, |--- \rangle$ ($1/2$ は省略した) の8通りが考えられるだろう. この中の, 例えば, $|+-+ \rangle$ の行列表現は直積法に

より

$$|+-+\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

と与えられる。つまり、3列目に対応し、しばしば $|3\rangle$ などと表現される（注：下の式もそのような表現を採用している）。

5) 演習問題 6 の問題文を以下の様に変更する。

^1H の NMR を考える場合に、高温近似の条件 $\mathcal{H}_0/kT \ll 1$ は $H_0 = 10 \text{ T}$ のときに何ケルビン以上の温度で成立するか計算せよ。

<< 第 7 章 >>

1) 演習問題 4) の「ただし...」の 1 文は不要なので、抹消する。

<< 第 8 章 >>

1) p111 に欄外の注を追加

表 8.1 には $^1\text{H}-\text{C}-\text{C}-^1\text{H}$ の H 間の J は正とありますが、図 8.5 や図 8.6 では J の符号により J 結合相手のスピン状態とピークの対応関係が変わるということを示すために、意図的に J の符号が逆のパターンで描いています（章末問題 4 参照）。異種核の場合の対応関係は γ の符号にも依存するために、対応関係が問題になる場合は注意してください。